

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Akademia Libroservo/IfK
Kleinenberger Weg 16 B
D-33100 Paderborn

Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfasst alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenshaften versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. – Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezognenen Pädagogik und Literaturwissenschaft.

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan natursciencon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kulturscienca j metodoj. Apatenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri "artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. – Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboroj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj.

Cybernetics of Social Systems comprises al those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics*), aesthetics of information* and cybernetic *educational theory, cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics.* – In addition to its principal areas of interest, the *GrKG/HUMANKYBERNETIK* offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics, cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intelligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe – par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire – également des trois autres champs de la science cybernétique : la biocybernétque, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concerne cybernétique.

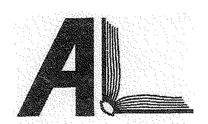
ISSN 0723-4899

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines
Rivista internazionale per la modellizzazione matematica delle scienze umane



Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice **Band 52 * Heft 1 * März 2011**



Akademia Libroservo

Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT

(grkg/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie publizieren regelmäßig die offiziellen Mitteilungen folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko
(prezidanto: OProf.Dr.habil. Eva Poláková, Nitra, SK)

AKADEMIO INTERNACIA DE LA SCIENCOJ (AIS) San Marino
(prezidanto: OProf. Fabrizio Pennacchietti, Torino; viceprezidanto: OProf.Carlo Minnaja, Padova)

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines
Rivista internazionale per la modellizzazione matematica delle scienze umane



Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice **Band 52 * Heft 1 * März 2011**



Akademia Libroservo

Institut für Kybernetik, Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn, Tel.:(0049-/0)5251-64200, Fax: -8771101
Email: vera.barandovska@uni-paderborn.de

Verlag und Anzeigen-verwaltung	**Eldonejo kaj anonc-administrejo**	**Publisher and advertisement administrator**	**Edition et administration des annonces**



Akademia Libroservo /
IfK GmbH – Berlin & Paderborn
Gesamtherstellung: **IfK GmbH**
Verlagsabteilung: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
Telefon (0049-/0-)5251-64200 Telefax: -8771101
http://lingviko.net/grkg/grkg.htm

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember). Redaktionsschluß: 1. des vorigen Monats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1. Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z. Zt. gültige Anzeigenpreisliste auf Anforderung.
La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la unua de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redakcio, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Momente valida anoncprezlisto estas laŭpete sendota.

This journal appears quarterly (every March, Juni, September and December). Editorial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set our on the third cover page) to the editorial board, subscription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements at request.
La revue est trimestrielle (parution en mars, juin, septembre et décembre). Date limite de la rédaction: le 1er du mois précédent. L'abonnement se prolonge chaque fois d'un an quand une lettre d'annulation n'est pas arrivée le 1er décembre au plus tard. - Veuillez envoyer, s.v.p., vos manuscrits (suivant les indications de l'avant-dernière page) à l'adresse de la rédaction, les abonnements et les demandes d'annonces à celle de l'édition. - Le tarif des annonces en vigueur est envoyé à la demande.

Bezugspreis: Einzelheft 10,-- EUR; Jahresabonnement: 40,-- EUR plus Versandkosten.

Druck: d-Druck GmbH, Stargarder Str. 11, D-33098 Paderborn

grkg / Humankybernetik
Band 52 · Heft 1 (2011)
Akademia Libroservo / IfK

Sehr geehrte Leser,

im vergangenen Jahrgang haben wir die „Galerie der wissenschaftlichen Autoren" eingeführt, um das Fachprofil unserer Schriftleitungs- und Beiratsmitglieder, sowie einiger Stammautoren zu veröffentlichen. Unsere Herausgeber wurden vorgestellt: Helmar Frank (bereits im Heft 2008/1), Horst Völz und Bernhard Mitterauer (2010/1) und Manfred Wettler (2010/4). Einige Autoren haben die Möglichkeit genutzt, in einem persönlichen Bericht darzustellen, wie sie mit der Thematik unserer Zeitschrift bekannt geworden sind: Klaus Weltner im Heft 2010/3 („Meine Arbeit in der kybernetischen Pädagogik"), Klaus Karl im Heft 2010/4 („Mein Platz in der kybernetischen Pädagogik") und in diesem Heft Herbert Franke („Mein Weg zur Kunsttheorie").

Außerdem sind Profilinformationen erschienen: 2010/1 über Carlo Minnaja und Eugen Georg Woschni, 2010/2 über Kurd Alsleben, Karl Leidlmair und Zdeněk Půlpán, 2010/3 über Osvaldo Sangiorgi, 2010/4 über Eva Poláková und im Heft 2011/1 über Reinhard Fößmeier.

Wir freuen uns über das Interesse der „Gesellschaft für Interlinguistik" und haben vor, im nächsten Heft (2011/2) deren Porträt, zusammen mit dem ihres Vorsitzenden Detlev Blanke, vorzustellen.

Jederzeit bieten wir allen Interessenten unserer Zeitschrift die Möglichkeit, ihr wissenschaftliches Profil (bestehend aus Lebenslauf, konziser Bibliographie und fachtypischem Artikel) zu veröffentlichen.

Die Redaktion

Estimata legantaro,

en nia pasinta jarkolekto ni lanĉis "Galerion de sciencaj aŭtoroj" por publikigi fakan profilon de niaj redakcianoj, kunlaborantoj kaj fidelaj aŭtoroj. Ni prezentis al vi nian eldonredaktoraron: post informoj pri nia ĉefeldonisto Helmar Frank jam en la kajero 2008/1 sekvis tiuj pri Horst Völz kaj Bernhard Mitterauer en 2010/1 kaj pri Manfred Wettler en 2010/4. Kelkaj aŭtoroj uzis la okazon publikigi ankaŭ interesajn personajn konfesojn pri tio, kiel ili kontaktiĝis kun la temaro de nia revuo: Klaus Weltner en 2010/3 („Mia laboro en la kibernetika pedagogio"), Klaus Karl en 2010/4 („Mia loko en la kibernetika pedagogio"), kaj, ĵus en tiu ĉi kajero, Herbert Franke („ Mia vojo al la art-teorio").

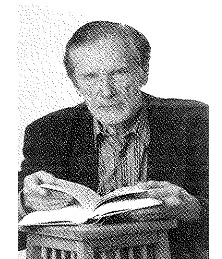
Krome aperis jenaj profilaj informoj: en 2010/1 pri Carlo Minnaja kaj Eugen Georg Woschni, en 2010/2 pri Kurd Alsleben, Karl Leidlmair kaj Zdeněk Půlpán, en 2010/3 pri Osvaldo Sangiorgi, en 2010/4 pri Eva Poláková kaj ĵus en 2011/1 pri Reinhard Fößmeier.

Ni ĝojas pri intereso de „Societo pri interlingvistiko" kaj planas prezenti en la sekva kajero (2011/2) ĝian portreton kune kun tiu de ĝia prezidanto Detlev Blanke.

Ni daŭre ofertas la eblon publikigi sian sicencan profilon (biografion, koncizan bibliografion kaj fake tipan artikolon) al ĉiu, kiu estas interesita pri la temaro de nia revuo.

La redakcio

grkg / Humankybernetik
Band 52 · Heft 1 (2011)
Akademia Libroservo / IfK



Herbert Werner FRANKE
www.zi.biologie.uni-muenchen.de/~franke

Prof. Dr. phil. Herbert Franke ist am 14.5.1927 in Wien geboren.

Ausbildung: 1933 – 1944 Schulbesuch, in den letzten Kriegsjahren mehrfach unterbrochen, 1945 – 1951 Studium Physik, Chemie, Mathematik, Astronomie, Philosophie und Psychologie an der Universität Wien, Dissertation über ein Thema der Elektronenoptik, Rigorosen in den Fächern Physik, Philosophie und Psychologie, Promotion zum Dr. phil. Universität Wien 1951 bei Prof. Dr. Hans Thirring.

Berufliche Tätigkeit: 1951 Mitarbeit an einem Forschungsauftrag an der Technischen Hochschule Wien über ein Thema der Elektrotechnik, 1951 – 1956 Industrieanstellung bei Fa. Siemens, Erlangen, ab 1956 freiberuflich tätig – Wohnsitz südlich von München. Buchpublikationen bei verschiedenen Verlagen zu den Themen: Physik, theoretische Chemie, experimentelle Fotografie, Computerkunst, Zusammenhänge zwischen Kunst und Technik, Futurologie, wissenschaftliche und praktische Speläologie (Expeditionen in Karsthöhlensysteme) sowie utopische Geschichten und Romane, Zeitschriftenartikel, Vorträge, Rundfunksendungen, Filmdrehbücher, Industrieberatung u.a.

Lehrtätigkeit: 1968/1969 Seminar "Kybernetik und Informationstheorie" an der Universität Frankfurt/Main, 1973 – 1997 Lehrauftrag für "Kybernetische Ästhetik" (später: "Computergrafik – Computerkunst") an der Universität München; 1974 Leiter des Arbeitskreises "Ist Kunst meßbar?" beim Internationalen Musikforum in Breitenbrunn (gemeinsam mit Prof. Dr. S.J. Schmidt), 1979 Lehrauftrag "Einführung in die Science-Fiction-Literatur" an der Fachhochschule für Gestaltung in Bielefeld sowie ebendort 1979/1980 Lehrauftrag "Einführung in die Wahrnehmungspsychologie", 1984 – 1998 Lehrauftrag für "Computergrafik und Computerkunst" an der Akademie der Bildenden Künste in München u.a.

Preise u. a.: 1961 – 1991 mehrfach Ernst-H.-Richter-Gedenkpreise und Kurd-Lasswitz-Preise für jahresbeste Science-Fiction-Romane, 1979 Mitbegründer des Festivals ARS ELECTRONICA in Linz, Österreich; 1980 Berufstitel Professor vom Österreichischen Ministerium für Unterricht und Kunst; 1987 Computerkunstpreis der Vereinigung Deutscher Softwarehersteller e.V.; 1992 Karl-Theodor-Vogel-Preis für Technik-Publizistik; 1994 Mitbegründer des Symposiums „Naturwissenschaft und Kunst – Kunst und Naturwissenschaft", Leipzig; 2004 Dr. Benno-Wolf-Preis für besondere Verdienste in der Höhlenforschung, verliehen vom Verband deutscher Höhlenforscher. Ab 1959 Beteiligung an über 200 Ausstellungen über experimentelle Fotografie und Computerkunst; 2010 bis 2011 Ausstellung über die Aktivitäten von H. W. Franke im ZKM, Karlsruhe.

Mitgliedschaften: Berufenes Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Photographie, seinerzeit Mitglied der Gesellschaft für Programmierte Instruktion, seinerzeit Mitglied des Art Research Center, Kansas, berufenes Mitglied des deutschen PEN-Clubs, berufenes Mitglied der Gesellschaft bildender Künstlerinnen und Künstler Österreichs, "Künstlerhaus", Beratender Redakteur der Zeitschrift "Leonardo", Ehrenmitglied der ISEA, Mitglied von ARS MATHEMATICA, Paris.

Publikationen zur Person: Mariangela Sala: La Fantascienzia Tedesca di Herbert W. Franke, Dissertation an der Universita' Cattolica del Sacro Cuore di Milano. 1974/75; Franz Rottensteiner(Herausgeber): Polaris 6, Ein Science-Fiction-Almanach, Herbert W. Franke gewidmet, Phantastische Bibliothek Suhrkamp, Frankfurt am Main 1982; Gerhard Dotzler (Herausgeber): computer art faszination (Herbert W. Franke gewidmet zum 65. Geburtstag), Medieninstitut computer art, Frankfurt am Main 1992; Eva Katharina Neisser: Virtuelle Realität in den Werken Herbert W. Frankes, Arbeit zur Erlangung des Magistergrades an der Universität Köln 2000; Sozo Hashimoto: Sources of CG – Historical Research in Art and Technology until 1963, Mandalanet, Tokio 2003; Penesta Dika: Die Computerkunst Herbert W. Frankes, Logos Verlag, Berlin 2007; Einträge in „wikipedia“ und „Medien Kunst Netz“.

Wissenschaftliche Arbeiten: Kybernetische Ästhetik: Ab 1955, ausgehend von den grundlegenden Arbeiten von Abraham A. Moles, Max Bense und Helmar G. Frank. Ausarbeitung eines auf Wahrnehmungsprozessen beruhenden, für alle Sparten der Kunst gültigen Modells, das auf der Datenverarbeitung im Gehirn des Betrachters/Zuhörers/Lesers beruht und auch Erkenntnisse der Verhaltensforschung und der Evolutionstheorie einbezieht: „Das Interesse an Kunst beruht auf überlebenswichtigen menschlichen Fähigkeiten im Bereich der Wahrnehmung und des Denkens. Im Kunsterlebnis spielen jene Emotionen eine tragende Rolle, die das Wahrnehmungsverhalten steuern.“ Als zweite Wirkungskomponente ist die gefühlsbetonte, u.U. in Kitsch übergehende semantische Assoziation von Bedeutung, abgeleitet aus der Erkenntnis (Helmar Frank 1959), dass ein Überangebot von Information beim Betrachter Irritation hervorruft, während ein Unterangebot zu Langeweile führt. Bei gelingender Übersicht stellen sich die erstmalig von D. E. Berlyne beschriebenen positiv gefärbten Emotionen ein. Um einen gewissen Grad an Komplexität zu erreichen, ohne das Aufnahmevermögen des Rezipienten zu überschreiten, haben sich in der Kunst verschiedene Methoden der Strukturierung eingebürgert. Grundlegende Bedeutung kommt dabei dem „Mehrebenenmodell“ zu, das eine Aufteilung der Information auf mehreren getrennt apperzeptierbaren Klassen beschreibt, so dass das Interesse am Kunstwerk auch bei längerer Aufnahmezeit bezw. Wiederholungen nicht erlischt. Eine der Konsequenzen dieses Modells ist die Erkenntnis, dass die Bewertung einzelner Kunstobjekte der Persönlichkeit, insbesondere von der Intelligenz und vom Wissen des Adressaten, abhängig ist. Allgemeingültige Regeln ergeben sich dagegen dort, wo die Strukturierung auf die limitierenden Bedingungen der Datenaufnahme und -verarbeitung im Gehirn Rücksicht nimmt. Eine erste zusammenfassende Übersicht über das „kybernetische Modell der Erscheinung Kunst“ hat Franke im Buch “Phänomen Kunst – Kybernetische Ästhetik“ gegeben. Das dort angegebene Flussdiagramm der ästhetischen Kommunikation ist auch heute noch gültig; es wurde inzwischen durch mehrere empirische Arbeiten der Infor-

mationspsychologie, der Neurologie und der Evolutionstheorie bestätigt und bedarf lediglich einer Angleichung an die neuen verfeinerten Werte für die Durchfluss- und Speicherkapazitäten des menschlichen Gehirns (Helmar G. Frank).

Beiträge in Fachzeitschriften zur Thematik (Auswahl):1968 Ein kybernetisches Modell der Kreativität, Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaften, Bd.9, Heft 3, S. 85 – 88; 1969 Ein Regelsystem für Wahrnehmungsprozesse, Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaften, Bd.10, Heft 2, S. 43 – 49; 1988 The Computer – a New Tool for Visual Art, The Visual Computer, Bd. 4, 35 – 39; 1977 A Cybernetic Approach to Aesthetics, Leonardo, Vol. 11, Nr. 2, S. 22 – 32; 1970 Informationspsychologische Aspekte der Sprache, Linguistische Berichte, Bd. 8, S. 30 – 37; 1974 Kybernetische Aspekte der Literatur, Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik, Heft 16, S. 99 – 110; 1992 Die Welt als Programm, Naturwissenschaftliche Rundschau, Jgg. 45, Heft, S. 379 – 385.

Weitere wissenschaftliche Aktivitäten: Quantenphysik: 1954 Strömungsmodell der Wellenmechanik – Möglichkeit der Visualisierung der Wahrscheinlichkeitsfelder; Speläologie und der Paläoklimatologie; 1951 Entdeckung einer Methode zur Datierung von sekundärem Kalk – heute weltweit angewandt; 1956 physikalisch-chemisch abgeleitete Morphologie des Tropfsteins; 2000 Vorlage eines Programms für die Simulation des Tropfsteinwachstums; 1957 erste Datierung von sekundärem Kalk in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. K. O. Münnich vom II. Physikalischen Institut der Universität Heidelberg, in den folgenden Jahren viele gemeinsame Projekte mit Prof. Dr. M. A. Geyh vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Hannover-Buchholz, erste quantitative Erkenntnisse zur Stratigraphie das Tropfsteins, Pionierarbeiten zur Auswertung für die Paläoklimatologie; 1975 Forschungsreise nach Israel zur Rekonstruktion der Klimaphasen während des Eiszeitalters, unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft; 1997 Hinweis auf die Existenz von umfangreichen Höhlensystemen auf dem Mars – durch Aufnahmen des Systems THEMIS (Thermal Emission Imaging System) der NASA inzwischen bestätigt. Futurologie: 1969 Arbeiten über Zukunftsforschung (gemeinsam mit Prof. Dr. Dr. E.H. Graul, Universität Marburg/Lahn), Ergebnisse in der gemeinsamen Buchveröffentlichung. „Die unbewältigte Zukunft"; Kosmogonie: 1992 Anmerkungen zu den Eigenschaften eines hypothetischen Programms für den Weltablauf mit dem Ergebnis, dass das zugrunde liegende Programm einem nicht vorausberechenbaren Turingablauf entspricht, das durch Zufallsprozesse gestört wird; Angabe eines Programms für einen eindimensionalen zellularen Automaten zur Visualisierung des strukturbildenden Prozesses. Das ist eine Voraussetzung für ein „kreatives Universum" mit verschiedensten nicht vorhersagbaren Entfaltungsmöglichkeiten; Gedankenaustausch darüber mit den Computerpionieren Heinz Zemanek und Konrad Zuse; ab 2008 Mitarbeit am Demonstrations-Projekt des Physikers und Mathematikers Stephen Wolfram, Ausarbeitung von interaktiven Programmen zur Visualisierung in verschiedenen Wissensgebieten wie auch der Kunst; ab 2008 „Senior Fellow" am Konrad-Zuse-Institut Berlin, Konzeption und Programmierung einer über das Internet vermittelten virtuellen Welt „Z-Galaxis" als Ausstellungs- und Kommunikationszentrum zum Thema „Art and Science".

Mein Weg zur Kunsttheorie

Gern folge ich der Aufforderung, für die ‚Grundlagenstudien' über meinen Beitrag zur rationalen, auf Informationstheorie und Kybernetik gestützten Kunsttheorie zu berichten. Für einen ausgebildeten Physiker ist das ein ungewöhnliches Betätigungsfeld – ich hatte an der Universität mein Studium der Physik abgeschlossen. Die Gründe für meine Aktivitäten im Bereich der Kunst, theoretisch und praktisch, sind persönlicher Natur. Sie hängen mit der Situation nach dem letzten Weltkrieg zusammen, die es mir schwer machte, in meinem Fachgebiet eine berufliche Betätigung zu finden. Dazu hätte es gute Voraussetzungen gegeben: Mit einer Publikation in der Zeitschrift ‚Die Naturwissenschaften' im Jahr 1951 hatte ich ein physikalisches Verfahren für die Altersbestimmung von Höhlensinter, speziell von Stalagmiten, beschrieben, was unter anderem für die Paläoklimatologie interessant ist. Natürlich hoffte ich, auf einer Universität eine Möglichkeit für Experimente und Messungen auf diesem Gebiet zu finden. Dafür gab es aber keine Chance, zu den ersten erfolgreichen Datierungen kam es erst 1957. Inzwischen hatte in Deutschland das ‚Wirtschaftswunder' begonnen, und so zog ich von Wien nach Erlangen, um in einer Abteilung für Werbung und Presse der Industrie zu arbeiten. Schon am ersten Arbeitstag nahm ich mir vor, diese unfreundliche Umgebung möglichst bald wieder zu verlassen, es vergingen aber fünf Jahre, bis ich mich als Schriftsteller selbständig machen konnte. Ich hatte schon als Student Beiträge für die Wiener Kulturzeitschrift ‚Neue Wege' geschrieben, und die dabei gemachten Erfahrungen konnte ich als Wissenschaftsjournalist verwerten. Außerdem veröffentlichte ich auch Sachbücher und fand in der utopischen Literatur ein weiteres interessantes Betätigungsfeld.

Schon während meiner Industrietätigkeit hatte ich in meiner Freizeit mit Versuchen zur experimenteller Fotografie begonnen, wobei mich mein Freund Andreas Hübner, ein ausgebildeter Fotograf, unterstützte. Wir setzten selbstgebaute mechanische und optische Anordnungen ein und erzeugten Serien von ästhetisch reizvollen Konfigurationen, die auf der Überlagerung von Linien beruhten. In dieser Zeit begann der Computer seinen Siegeszug, und das weckte mein Interesse an solchen Maschinen, die man damals auch zur Steuerung von Grafiksystemen einzusetzen begann. Ein ehemaliger Schul- und Studienkollege, Dr. Franz Raimann, baute für mich einen einfachen Analogrechner, den ich mit dem ausgeliehenen Kathodenstrahl-Oszillografen eines Elektronikbastlers kombinierte und damit Grafiken erzeugte. Wenig später verschaffte ich mir Zugriff zu professionellen Computergrafiksystemen – Personal Computer gab es noch nicht – und ging zur digitalen Methode über.

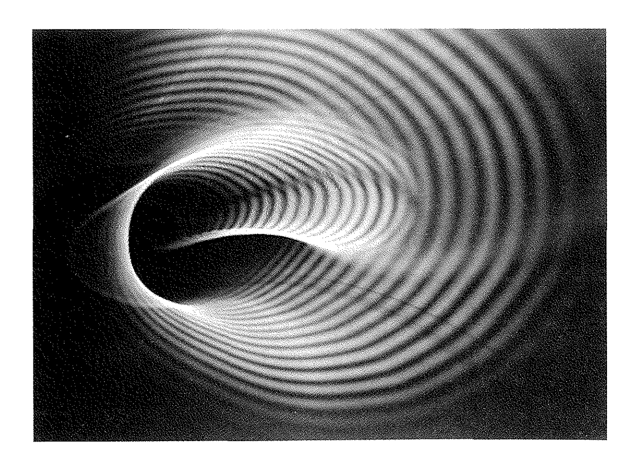
Auf diese Weise wurde ich nolens volens zum Repräsentanten einer neuen Richtung freier Gestaltung und kam mit Künstlern und Kunstkritikern ins Gespräch. Bald wurde ich auch in die zu dieser Zeit heftig geführten Diskussionen einbezogen, die sich um Computer drehten, speziell im Zusammenhang mit der Frage, ob man mit Maschinen Kunst erzeugen kann. Diese Frage konnte ich mit gutem Gewissen bejahen: Ich wies auf die Musik, die ihren hohen Entwicklungsstand dem Einsatz von Instrumenten verdankt, die nichts anderes als physikalische Präzisionsmaschinen sind. Warum sollten entspre-

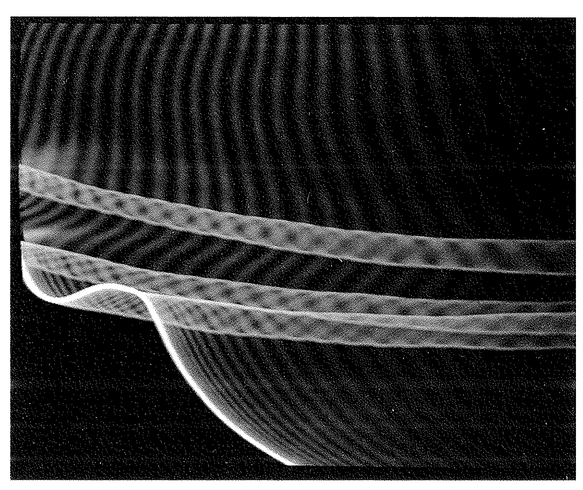
chende Hilfsmittel nicht auch für die bildende Kunst nützlich sein? Die damit verbundenen Überlegungen brachten mich allerdings zur Einsicht, dass Kunst kein physikalischer Prozess ist und ich nach anderen Grundlagen suchen musste, um Antworten auf die mich bewegenden Fragen zu finden: Was befähigt den Menschen, Kunst hervorzubringen wie auch sich an Kunst zu erfreuen? Den entscheidende Anstoß für mein weiteres Engagement in der Kunst verdanke ich dem angesehenen Kunstwissenschaftler Dr. Franz Roh, der mir zur Publikation meines ersten Buches über Kunst – ‚Kunst und Konstruktion', 1957, – verhalf und mich ermahnte: ‚Sie müssen Ihre Experimente ernst nehmen, sie könnten zu neuen Wegen künstlerischer Gestaltung führen'.

Ästhetisch wirksame Ordnungsbeziehungen

Gern folgte ich seinem Rat, ich las in den Büchern der klassischen Philosophen die Kapitel über Ästhetik – eine große Enttäuschung, denn ich fand aber wenig, das mir von Nutzen war. Am ehesten waren es noch die Erkenntnisse der Gestaltpsychologen, und dazu kamen noch einige Angaben von Musikwissenschaftlern über Töne und ihre Zusammenklänge. In solchen Aussagen deuten sich Ordnungsbeziehungen an, und das brachte mich zur Vermutung, dass so etwas wie ‚künstlerische Ordnungen' der Schlüssel zum Verständnis der Kunst sein könnten.

Ein Beispiel dafür ist die Symmetrie, und das regte mich dazu an, im Gebiet der Mathematik nach weiteren ästhetisch wirksamen Ordnungen zu suchen. In der Tat fand ich eine weitere Gesetzmäßigkeit, die meines Wissens bisher niemand mit Kunst in Beziehung gebracht hatte: die sogenannte Stetigkeit. Wesentlich ist, dass sich stetige Kurven und Raumflächen durch besonders glatte Linienführung auszeichnen und sich somit gut als Elemente ästhetisch wirksamer Konfigurationen eignen. Solche Gebilde kann man in der Kunst finden, beispielsweise in der Kalligrafie, und ich selbst dachte mir Methoden aus, die es Andreas Hübner und mir erlaubten, stetige Kurven darzustellen und zu überlagern, wobei zusätzliche stetige geometrische Gebilde entstanden.





Lichtformen 1953. Beispiele aus der ersten Serie ‚Lichtformen' als Beitrag zur experimentellen Fotografie: manuell bewegte Drähte in stroboskopischer Beleuchtung; gemeinsam mit Andreas Hübner.

Für eine genauere Beschreibung fehlt hier der Platz, ich habe diese Idee erstmals in meinem schon erwähnten Buch ‚Kunst und Konstruktion' beschrieben, übrigens noch bevor ich etwas über Semiotik oder Kybernetik wusste. Im Sinn der Semiotik könnte man die stetigen Elemente als Zeichen und die daraus durch Überlagerung entstehenden Gebilde als Superzeichen ansehen. Und im Sinn der Informationstheorie ist die Stetigkeit eine Form von Redundanz, die bei Wahrnehmungsvorgängen eine entscheidende Rolle spielt.

In meinem Buch ‚Kunst und Konstruktion', habe ich auch für eine Kunstwissenschaft nach dem Vorbild naturwissenschaftlicher Forschung plädiert, die also auch den Versuch in ihre Methodik einbezieht und die ich als ‚Experimentelle Ästhetik' bezeichnete. ‚Experimentelle Ästhetik und elektronische Grafik', nannte ich auch die Ausstellung im ‚Museum für Angewandte Kunst', 1959, in Wien, mit der zum ersten Mal in Europa elektronisch erzeugte Bilder aus dem Blickwinkel der Kunst gezeigt wurden. Es kam mir gerade recht, dass ich mit meinen fotografischen Versuchen auch gleich Beispiele für eine solche Arbeitsweise im Dienst der Ästhetik geben konnte.

Doch was hat der Ordnungsbegriff mit Kunst zu tun und mit deren Wirkung auf den Menschen? Wenn das Wort Kunst, die sich in so vielen völlig verschiedenen Arten präsentiert, überhaupt Sinn haben soll, dann müssen die als ‚Kunstwerke' bezeichneten Produkte über alle Verschiedenheiten hinweg gemeinsamen Regeln folgen und deshalb gemeinsame Eigenschaften haben. Ich fand eine solche Sparten übergreifende Gemeinsamkeit, und zwar in der Tatsache, dass man sie als Angebote zur Wahrnehmung auffassen kann. Und damit deutete sich zugleich auch ein Zusammenhang mit die in der Kunst auftretenden Ordnungen an, denn etwas Geordnetes erschließt sich der Wahrnehmung leichter als Ungeordnetes. Doch wie ist das zu erklären?

Die Antwort fand ich in einem Buch von Heinz Zemanek, damals Professor an der Technischen Hochschule Wien: ‚Elementare Informationstheorie', 1961. Er legte nicht nur eine elementare Einführung in die Informationstheorie vor, sondern auch eine kompakte Übersicht über deren Anwendung auf menschliche Wahrnehmungs- und Denkvorgänge. Ich hatte Heinz Zemanek seinerzeit in Wien kennengelernt und durfte auch einmal den ersten mit Transistoren ausgestatteten Computer der Welt besichtigen, den er in seinem Laboratorium aufgebaut hatte, aber ich wusste nichts von seinem Buch. Es war reiner Zufall, der es mir in die Hand spielte: Ich bekam es von der Redaktion der Zeitschrift ‚Das Atomzeitalter', für die ich es besprechen sollte.

Das Studium dieses Buches war eine hervorragende Vorbereitung für meine weiteren Schritte in Richtung auf die rationale Kunsttheorie. Zwar war Heinz Zemanek nicht auf Fragen der Kunst eingegangen, aber ich kannte jetzt zumindest die informationstheoretischen Grundlagen der Wahrnehmung. Wodurch aber zeichnet sich die Wahrnehmung von Kunstwerken gegenüber allen anderen Wahrnehmungsprozessen aus? Das schien mir eine Schlüsselfrage zu sein. Um sie beantworten zu können, musste ich mich näher mit Wahrnehmung zu beschäftigen und dabei auf jene Prozesse achten, für die Ordnungen wie Symmetrie und Stetigkeit Bedeutung haben . Damit wurden die Erkenntnisse der Kybernetik für mich relevant, die in dieser Zeit große Beachtung fand. Aus ihrem Blickwinkel erweist sich die Wahrnehmung als Datenumsatz, und um die Gründe dafür zu erkennen kommt es auf das an, was durch die mehrfachen Schritte des Datenumsatzes eigentlich erreicht wird.

Steuerung des Verhaltens durch Emotionen

Dazu bedarf es allerdings umfassender Kenntnisse über Wahrnehmung, und zwar einerseits aus der Sicht der Verhaltensforschung und andererseits auch aus jener der Evolutionstheorie.

Diese Wissenschaften werfen auch Licht auf die Zeit, als sich in der Evolution der Übergang vom Vormenschen zum heute lebenden Homo Sapiens vollzog; die damals speziell im Gehirn erfolgten Änderungen sind demnach Anpassungen an seine Lebensweise als Jäger und Sammler, und mit den damals ausgebildeten Fähigkeiten muss der moderne Mensch auch heute noch auskommen – von seinen biologischen Eigenschaften her unterscheidet er sich kaum von seinen vorgeschichtlichen Vorfahren. Man kann es als Grundsatz sehen: Die Fähigkeiten und Interessen, die beim Umgang mit Kunst zur Geltung kommen, sind dem Menschen ja nicht zu seinem Vergnügen eingegeben worden, sondern müssen im Sinn der Überlebenstüchtigkeit eine nutzvolle Rollen spielen (oder zur Zeit ihrer Entwicklung gespielt haben). Und das gilt auch für die Wahrnehmung und die auf sie bezogenen Verhaltensroutinen. Wenn es um das Verhalten des Jägers und Sammlers in freier Natur geht, so ist es überlebenswichtig, die über die Sinnesorgane aufgenommenen Reizmuster daraufhin zu überprüfen, ob sich darin etwas für den für den Menschen Nützliches oder auch Bedrohliches verbirgt. Manches von dem, was da aufgenommen wird, führt zur Auslösung von Reflexen, und nur das, was übrigbleibt – das Unbekannte, Neue, – wird vom Menschen als ‚bewusst' empfunden und kann mit Hilfe von Denkprozessen, vor allem durch Vergleich mit früher gemach-

ten Erfahrungen, bewertet werden. Was der Mensch dabei einsetzt, sind die Routinen des explorativen und des kognitiven Verhaltens, wobei das erstgenannte die Suche nach relevanter Information zum Ziel hat und mit dem zweitgenannten die durch Denkprozesse vollzogene Analyse gemeint ist, die zum Verständnis und zum bewussten Handeln führt.

Damit erhebt sich die Frage nach der Steuerung des menschlichen Verhaltens, die mit Hilfe von Emotionen erfolgt: als positiv empfundener, die verstärkend wirken, und als unlusterregender, die zur Abwendung führen. Dabei ging es zum Beispiel um das Auffinden von Nahrung oder um Schutzmaßnahmen bei Bedrohung. Bei der Wahrnehmung sind es Interesse, Irritation und Langeweile, die das Verhalten bestimmen. Wir haben es hier mit einer fein abgestimmten Steuerung zu tun, wofür das Fachgebiet der Kybernetik zuständig ist, die die Kenntnisse über technische Regelungs- und Steuerungsprozesse in die Biologie überträgt.

Exploratives Verhalten in der Kunst

Emotionale Erlebnisse gehören also zu den Beweggründen, die den Menschen zur Beschäftigung mit Kunst anregen. Neben jenen, die durch Assoziation ausgelöst werden, sind in der Kunst noch andere wirksam, und zwar jene, die die Aufnahme von Wissen begleiten; am Anfang stehen solche die Aufmerksamkeit erregen und Interesse nach sich ziehen, das zur weiteren Auseinandersetzung mit dem Kunstobjekt führt. Helmar Frank erwähnte in diesem Zusammenhang das ‚Aha-Erlebnis', das sich schlagartig einstellt, wenn man etwas, was zunächst kompliziert erschien, plötzlich verstanden hat. Gefühle ähnlicher Art, für die es keinen speziellen Ausdruck gibt, können aber auch längere Phasen des Begreifens oder auch eine schrittweise Näherung an die erstrebte Übersicht begleiten. Eine solche positive emotionale Belohnung stellt sich auch in einer kunstfernen Umgebung ein, zum Beispiel, wenn man die Aufmerksamkeit in die Umgebung richtet, auf Landschaften, Architektur, Bilder, Klänge, gesprochenes Wort usw. Hier ergibt sich ein Zusammenhang, mit dem in Kunstkreisen vielbeachteten Phänomen des ‚Naturschönen', das ähnliche Reaktionen hervorruft wie eine künstlerisch gestaltete Umgebung.

Auch die emotionale Steuerung des kognitiven und explorativen Verhaltens hat sich einst durch Anpassung an die Zustände in der freien Natur herausgebildet. Es sind im Prinzip dieselben ererbten Verhaltensweisen, die sich auch noch in der Zivilisation bewähren, doch sind neue Situationen hinzugekommen, bei denen sie sich als Antriebsmomente erweisen, u.a. beim Lernen, bei Sport und Unterhaltung und in der Kunst. Die Kunst bietet also ein Betätigungsfeld, in dem die besonderen menschlichen Fähigkeiten zur Rekognoszierung der Umweltsituation in der Konfrontation mit modernen Wahrnehmungsmustern trainiert werden.

Man kann dem Künstler somit die Aufgabe zuschreiben, ästhetisch wirksame Gegenstände zu erzeugen – also jene, die die positiven Emotionen der Wahrnehmung besonders stark zur Geltung bringen. Doch nach welchen Regeln muss er dabei vorgehen? Um dieses Rätsel zu lösen, braucht man – wie sich nachträglich bestätigt hat – tatsächlich eine quantitative Theorie des Datenumsatzes im Gehirn.

Die Informationsästhetik von Max Bense

Bevor ich diesen Weg weiter verfolge, muss ich auf den Philosophen und Mathematiker Max Bense eingehen, in den 60er Jahren Professor an der Universität Stuttgart. Sein Spezialgebiet war eine auf Information bezogene Kunsttheorie, die er ‚Informationsästhetik' nannte. Das Interessante für mich war die Tatsache, dass er den Informationsbegriff dazu heranzog, um für die Kunst geltende Gesetze zu formulieren. Er griff dabei auf eine Formel des um 1900 herum führenden amerikanischen Mathematikers George David Birkhoff zurück, mit der sich der ästhetische Wert eines Kunststücks ausdrücken lassen sollte, und zwar abhängig vom für dieses geltende Verhältnis von Ordnung und Unordnung. Versucht man, diese Formel anzuwenden, dann kommt man zu Ergebnissen, die den geläufigen Urteilen über Kunst widersprechen. So wie auch andere stellte ich fest, dass sich die Arbeiten von Bense auf eine ungewöhnliche Vorstellung von Kunst beziehen – eine Kunst nämlich, die universell gültig sein sollte, also auch unabhängig vom Menschen und dessen Wahrnehmung und Denken.

Bense bildete viele Studenten aus und regte sie zu Dissertationen an, und gerade die, die sich weiterhin der Kunsttheorie annehmen wollten, wurden bald auf jene Seiten seiner theoretischen Vorstellungen aufmerksam, die nicht mit der real existierenden Kunst verträglich waren; dazu gehören Felix von Cube, Rul Gunzenhäuser, Georg Nees und Helmar Frank, wobei dieser besonders hervorzuheben ist. Seine Dissertation ‚Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendungen auf die mime pur' aus dem Jahr 1959 stellt einerseits Beziehungen zwischen dem Informationsumsatz bei Wahrnehmungsprozessen und der Perzeption von Kunst her, ist aber andererseits auch ein Dokument der Widersprüche zwischen der Meinung seines Lehrers und seiner eigenen Erkenntnisse. Es konnte für den Studenten nicht leicht gewesen sein, seine Darstellung gegenüber Bense durchzusetzen – das war damals eine Vermutung, doch sie wurde mir viele Jahre später von Helmar Frank selbst bestätigt. Das machte es allerdings für den Leser schwer, die von ihm beigebrachten bahnbrechenden Erkenntnisse aus dem übrigen Inhalt zu lösen, und erst in seinen späteren Veröffentlichungen war die Abkehr von der Benseschen Kunstauffassung deutlich zu erkennen. Und es waren Wahrnehmungs- und Denkprozesse, auf die sich die Überlegungen von Helmar Frank bezogen – und damit entsprachen sie weitgehend meinen eigenen Auffassungen von Kunst.

Ich hätte mich gern einmal mit Max Bense unterhalten, doch für ein persönliches Gespräch stand er nicht zur Verfügung. Dagegen hatte ich guten Kontakt zu Abraham Moles, seinerzeit Professor an der Universität Straßburg, der zu den Begründern der Informationsästhetik gehört, wobei er sich speziell auf Wahrnehmungsprozesse stützte.

Datenanalyse im Gehirn

Erst durch die Einbeziehung der Erkenntnisse von Frank in meine eigenen Überlegungen ergab sich für mich eine befriedigende, auf dem Informationsumsatz im Menschen beruhende Theorie der Kunst. Dabei war es insbesondere die quantitative Erfassung der Prozesse, die zu neuen Erkenntnissen führte. Erst durch die Quantifizierung des Begriffs ‚Information' aufgrund der Shannonschen exakten Fassung wurde es möglich, den Datenumsatz im Gehirn durch Zahlenwerte zu beschreiben, was vor allem die

Eingabe und die Speicherung der Daten betrifft. Sie erbringt aber auch wichtige Erkenntnisse über den Zweck der Datenverarbeitung, wobei deutlich wird, dass es dabei im Grund genommen um die Verringerung der Information geht. Das geschieht im Prinzip durch eine Umcodierung. Es ist allerdings um keine vollständige Übersetzung, sondern eine solche mit Inkaufnahme von Informationsverlust. Diese Maßnahme entspricht aber nicht der willkürlichen Löschung eines Teil der Daten, sondern erfolgt als Auslese nach dem Gesichtspunkt, dass das weniger Wichtige wegfällt (oder an untergeordnete Zentren – zum Beispiele zur reflexhaften Verarbeitung – weitergeleitet wird) und nur das Wichtige erhalten bleibt. Am Ende dieser Schrittfolge steht ein Arbeitsspeicher, in dem die intelligente Analyse der aufgenommenen und konzentriert beschriebenen Tatbestände erfolgt.

Wozu dieser umständliche und teilweise sogar auf Kosten der Genauigkeit verlaufende Umsatz der Daten? Er ist dadurch begründet, dass das menschliche Gehirn ein materielles Gebildes ist, und deshalb gelten auch für dieses die für Schaltelemente allgemein gültigen Beschränkungen. In dieser Hinsicht ist die Analogie mit dem Computer aufschlussreich , und das bedeutet, dass bei der Auswertung der über die Sinnesorgane eingegangen Daten ökomische Gesichtspunkte eine Rolle spielen, beispielsweise der sparsame Verbrauch von Speicherplatz. Die biologische Evolution hat diesen Weg zur Lösung eines scheinbar unlöslichen Problems gefunden. Es besteht in der Tatsache, dass die Welt, in der wir leben, ein ungemein komplexes Gebilde ist, das sich einer totalen Übersicht entzieht. Andererseits hat sich im Lauf der Evolution herausgestellt, dass Kenntnisse über die Umwelt die Überlebenschancen verstärken; Fortschritt in dieser Richtung erweisen sich als weitaus wirkungsvoller als körperliche Stärke und dergleichen. Die Methode, die in den Gehirnen der höher entwickelten, aktionsfähigen biologischen Wesen zum Einsatz kommt, ist eine Art Kompromiss: In einem, raffinierten Selektionsverfahren, dessen Arbeitsweise noch nicht im Einzelnen geklärt ist, erfolgt die erwähnte Konzentration der Datenverarbeitung auf jene Dinge und Vorgänge, deren Kenntnis den größten Vorteil für das Überleben erbringen.

Es fällt auf, dass man zum Verständnis des Phänomens ‚Kunst' Kenntnisse heranzieht, die aus ganz anderen Gründen wissenswert erschienen und scheinbar nichts mit Kunst zu tun haben; erst später erwiesen sie sich als Voraussetzung für deren Entstehung. In manchen Fällen waren es sogar die an der Ausarbeitung der Kunsttheorie Beteiligten, denen Einsichten für ganz andere (und vielleicht wichtigere) Zwecke zu verdanken sind. In besonderem Maß gilt das für Helmar Frank, der später auch andere Bereiche der Kommunikationswissenschaften in seine Arbeit einbezog, beispielsweise jene der Didaktik.

Wie es zu erwarten war, hat sich die Kunst als eine höchst komplexe Erscheinung erwiesen; wer sie zu verstehen versucht, muss dazu Erkenntnisse aus mehreren Wissenschaften heranziehen und koordinieren und hat sich dabei auch noch mit einer Fülle verschiedener, teils auch widersprüchlicher Meinungen auseinanderzusetzen. Ich versuchte, zunächst einmal für mich selbst, die verworrene Situation zu klären. Da ich eine Übersicht mit lückenloser Berücksichtigung aller bisher kaum beschriebenen, doch grundlegenden Prozessen anstrebte, entstand daraus ein Manuskript, das bald den Um-

fang eines Buches erreichte. Ich hatte Glück, dafür auch bald einen Verleger zu finden. Ich nannte es ‚Phänomen Kunst – die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Ästhetik'. In Abständen von mehreren Jahre kamen noch zwei weitere, neu bearbeitete und ergänzte Auflagen heraus, wobei ich nun im Titel zu den ‚kybernetischen Grundlagen' wechselte

Bei dieser Arbeit erwies es sich als nötig, bisher unbeachtete Zusammenhänge herzustellen und ein paar Lücken zu füllen. Mein wichtigster Beitrag dazu ist das Mehrebenenmodell, mit dem eine scheinbare Unstimmigkeit des quantitativen Modells gelöst wird und das zugleich auch eine informationelle Grundstruktur angibt, die für alle Arten von Kunstwerken Bedeutung hat.

Das Mehrebenenmodell

Das Problem, um das es dabei ging, war ein scheinbare Unstimmigkeit in Bezug auf die Wirkungsdauer von Kunstwerken. Ist beispielsweise ein Bild optimal strukturiert – und das heißt, dass es sich auf eine Komplexität von 160bit reduzieren lässt, dann sollte ein Betrachter mit einer maximalen Zufluss-Kapazität von 16bit/sec zur Aufnahme in zehn Sekunden die Übersicht darüber gewonnen haben, so dass es für ihn keinen Reiz mehr hat. Was ist dagegen zu tun? Eine genauere Analyse künstlerischer Bilder zeigt, dass sie meist weitauskomplexer sind als 160bit, und das wird dadurch möglich, dass der Künstler mehrere Bezugsebenen überlagert, von denen jede für sich mit 160bit überschaubar ist: Das ermöglich eben der erwähnte Party-Effekt: Der Mensch ist in der Lage, sich auf einzelne davon sukzessive zu konzentrieren. In der Regel sind diese Ebenen auch noch aufeinander bezogen, so dass auch diese Bezüge Gegenstand der Betrachtung sein können, so dass sich das künstlerische Bild schließlich als eine in mehrere Teil gegliederte Einheit erweist. Entsprechendes zeigt sich in Musikwerken, in denen mehrere Stimmen überlagert sind und evtl. schließlich mit dem Gesangstext ein geschlossenes Ganzes bilden. Und auch in der Literatur haben wir es mit überlagerten Bezugsebenen zu tun, an der Oberfläche gewöhnlich die Handlung, dazu mehrere Ebenen, die die Charaktere der Protagonisten kennzeichnen, weiter der historische oder soziologische Hintergrund usw.; erst alles zusammen schöpft den vollständige Aussage eines erzählendes Textes aus. Bei weiteren Kunstsparten, klassischen wie Theater und Ballett oder modernen wie Film und Multimedia, zeigt sich die Vielschichtigkeit der als Kunst angebotenen Datenaggregate noch viel deutlicher.

Einige meiner weiteren Aktivitäten

Damit hatten meine Aktivitäten im Bereich der rationalen Kunsttheorie einen gewissen Abschluss gefunden. Ich hatte die Antworten, nach denen ich gesucht hatte, gefunden, und konnte mich anderen Themen zuwenden. Diese betrafen unter anderem die Visualisierung von Mathematik, die eng mit meine Beschäftigung mit Computerkunst verbunden ist. Auch meine Arbeiten der letzten Jahre, hängen eng mit den vorangegangenen Aktivitäten zusammen, z.B. meine Mitarbeit beim sogenannten Demonstrations-Projekt, das der Physiker und Mathematiker Stephen Wolfram mit seiner Firma ‚Wolfram Research' begründet hat. Es ermöglicht über das Internet den Zugriff zu Program-

men, mit denen der Benutzer Gelegenheit zu Experimenten zu mathematisch lösbaren Problemen erhält. Ich habe dazu auch einige zum Thema ‚Kunst' beigesteuert, darunter auch eines für statistische Untersuchungen zum ‚Goldenen Schnitt'. Die letzte meiner Unternehmungen, eine Kooperation mit dem Berliner Zuse-Institut für Datenverarbeitung, von dem ich zum Senior-Fellow ernannt wurde, war die Konzeption und Programmierung einer über das Internet zugänglichen virtuellen Welt, die ich als Kommunikationszentrum zum Thema der Zusammenhänge zwischen Kunst, Wissenschaft und Technik einsetzen möchte

Erst im letzten Jahr richtete sich meine Aufmerksamkeit wieder auf die Kunsttheorie, und zwar im Zusammenhang mit Fortschritten in der Neurologie. Ich hatte schon in den 60er Jahren, dass in die Vorstellungen der kybernetischen Theorie Prozesse einbezogen sind, die einer detaillierten Erklärung seitens der Neurologie bedürfen, zum Beispiel jene der Datenverarbeitung im Gehirn. Aus damaliger Sicht war um die Einsicht nicht herumzukommen, dass man im Hinblick auf einige noch ungelöste Probleme auf Erkenntnisgewinn in der Neurologie warten müsste.

Neurologische Basis der Kunst

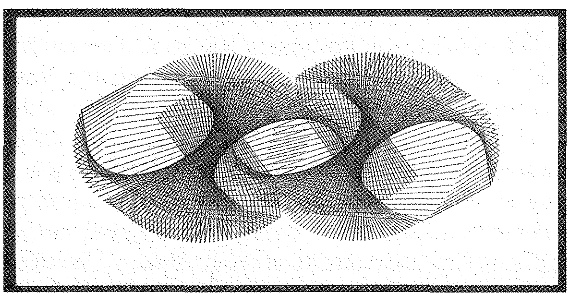
Damit bin ich beim heutigen Stand in der Entwicklung der rationalen Kunsttheorie angekommen, wo sich in letzter Zeit immerhin Bemerkenswertes getan hat: Die Neurologie hat nun tatsächlich Wissen erschlossen, das auch beachtlichen Aufschlüsse für das Verständnis der Kunst mit sich bringt. Unter den vielen Beispielen dafür sind die Mirror-Neurone besonders bemerkenswert, die erklären, wieso narrative Darstellungen, etwa in der Literatur oder im Film, so stark auf das Publikum wirken: weil beim Adressaten durch die geschilderte Handlung dieselben Gehirnregionen stimuliert werden wie beim eigenen Erleben. Ebenso beachtlich sind auch einige Erkenntnisse, die mit der funktionalen Magnetresonanz-Tomographie (fMRI) erreicht wurden, z.B. die Tatsache, dass es im Gehirn u.a. die Sprachzentren sind, die beim Anhören von Musik aktiviert werden – was Licht auf die bisher nur durch Vermutungen aufgehellte Problematik wirft, auf Grund welcher überlebenswichtigen Fähigkeiten die Vorliebe des Menschen für Musik beruht; sie scheint also mit der Entwicklung der Sprache zusammenzuhängen.

Doch aus der Neurologie kommen nicht nur Hinweise auf interessante Detailfragen, sondern es gibt auch Versuche, das Phänomen Kunst als Ganzes zu erfassen. Und das Befriedigende daran: dass die von der Neurologie erarbeiteten Vorstellungen mit den Ergebnissen der kybernetischen Ästhetik kompatibel sind. Am weitesten ist dabei der Neurologe Jürgen Schmidthuber vorgedrungen, von dem eine ausführliche Darstellung der Kunst und verwandter Bereiche – Unterricht, Unterhaltung usw. – aus der Perspektive seiner Wissenschaft vorliegt: ‚Driven by Compression Progress: A Simple Principle Explains Essential Aspects of Subjective Beauty,Novelty, Surprise, Interestingness, Attention, Curiosity, Creativity, Art, Science, Music, Jokes'. Wie im Titel angedeutet, verwendet er als Ausgangsbasis seiner Darstellung die weiter oben begründete Notwendigkeit, in mehreren Verarbeitungsschritten die Komplexität der über die Wahrnehmung aufgenommenen Sicht der Umwelt so lange zu reduzieren, bis das Wesentliche daran überschaubar und dadurch verständlich wird. Obwohl er in seinem Theorem weder die

Erkenntnisse der kybernetischen Kunsttheorie noch die aus Hilfswissenschaften abgeleiteten Kenntnisse beachtet , kommt er doch zu einer erstaunlich umfassenden Sicht der Situation. Es fehlen eigentlich nur die quantitativen Aspekte des Informationsumsatzes, die für Lernprozesse wichtig sind und deshalb in der Erzeugung von Kunst und ihrer Wahrnehmung – in die ja Lernprozesse integriert sind – eine Struktur bestimmende Rolle für die als Kunstwerke vorliegenden Datenaggregate spielen.

Rationale Kunsttheorie – wozu?

Zum Abschluss komme ich noch einmal auf eine prinzipielle Frage zurück: Wozu braucht man eine rationale Kunsttheorie? Ich bin schon früh zur Einsicht gekommen, dass weder der Künstler eine Theorie braucht, um Kunst hervorzubringen, noch das Publikum, um sich an Kunst zu erfreuen. (Sie wäre allerdings nicht nur nützlich, sondern sogar eine Voraussetzung für den Bau kreativer, kunsterzeugender Automaten – was mir im Übrigen bei einer öffentlichen Diskussion von Max Bense bestätigt wurde.) Dieser Meinung bin ich auch heute noch, und sie hat sich inzwischen durch vielerlei Erfahrungen verfestigt. Viele Diskussionen über Kunst in Fach- wie auch in Laienkreisen laufen auf die Frage hinaus: ‚Was ist Kunst?', doch dabei kann man beobachten, dass sachliche Erklärungen für ästhetische Prozesse gar nicht gefragt sind. Und jene, die tatsächlich eine wissenschaftliche Basis für das Verständnis von Kunst suchen, geben sich meistens mit der semiotischen Theorie zufrieden, die auf ganz andere Fragestellungen ausgerichtet ist als die der Kybernetik. Für jene wenigen, die sich dennoch für diese interessieren, habe ich schon vor einiger Zeit eine Kurzfassung ‚Kunst als Datenverarbeitung' verfasst, in der vor allem die aus der Wahrnehmung ableitbaren Erkenntnisse beschrieben werden. Die dort gezeigten Flussdiagramme ergeben eine anschauliche Übersicht über den Umsatz der Information beim Wahrnehmen und Denken. Darüber hinausgehende Fragen, die für die angestrebte kurze Übersicht nicht nötig sind, werden erst in einem Anhang mit FAQs behandelt. Man kann diesen Text und speziell die Diagramme als Konzentrat der Ergebnisse von rund 50 Jahren mehr oder weniger enger Zusammenarbeit von engagierten Fachleuten ansehen, die damit einen in den gegebenen Grenzen erfolgreichen Abschluss findet.



Ballett ‚Laser' 1989 (Projekt Nr. 3). Phasenbild aus einer computergenerierten Animation als Beitrag zum Ballett ‚Laser' auf der Experimentierbühne der Bayerischen Staatsoper. Diese Bilder sind ein Beispiel für den ästhetischen Reiz überlagerter stetiger Kurven.

Kunst als Angebot zur Wahrnehmung

von Herbert W. FRANKE, Egling (D)

Einleitende Bemerkung

Allein aus der Erkenntnis heraus, wie Wahrnehmung funktioniert, lässt sich die Existenz einer besonderen Klasse von Objekten ableiten, die optimal auf gut gelingende Perzeption abgestimmt sind. Das legt eine Diskussion darüber nahe, ob sie mit dem identisch ist, was wir Kunst nennen.

Wenn wir für so verschiedene Werke wie jene der Malerei, Musik, Literatur usw. den gemeinsamen Begriff ‚Kunst' verwenden, dann hat das nur Sinn, wenn sie gemeinsame charakteristische Eigenschaften haben. Eine solche Gemeinsamkeit liegt darin, dass alle Produkte künstlerischen Schaffens durch die Wahrnehmung aufgenommen werden. Wie auch jede andere Art der Konfrontation mit sensorischen Reizmustern lösen auch die von der Kunstwerken angebotenen im Betrachter, Zuhörer oder Leser Wahrnehmungsprozesse aus. Die für Wahrnehmung gültigen Regeln müssen also auch für die Kunst gelten, und es erscheint sinnvoll zu untersuchen, ob sich daraus charakteristische Eigenschaften für diese besonderen zur Wahrnehmung bestimmten Objekte ableiten lassen.

Das Schema der bewussten Datenverarbeitung

Inzwischen weiß man, dass Sinnesorgane und Gehirn zwar auf physikalischer Basis arbeiten, dass die Wahrnehmung selbst aber vor allem ein Prozess der Datenverarbeitung ist. Dabei geht es um die Auslese von nützlicher Information aus den empfangenen Sinneseindrücken. In diesen Prozess sind viele Schritte der Analyse, der Filterung und der Umcodierung von Information einbezogen, wobei sich die von den Sinnesorganen gelieferten großen Datenmengen stark reduzieren. Ein großer Teil von ihnen geht an unterbewusste Zentren, in denen u.a. Reflexe ausgelöst werden, beispielsweise solche zur Steuerung der Körperbewegungen. Ins Bewusstsein, das als Arbeitsspeicher anzusehen ist, gelangt nur jener kleine Teil der Daten, der auf Grund besonderer Kennzeichen, beispielsweise durch seinen innovativen Charakter, als besonders wichtig erkannt wird. Hier beginnt der letzte und komplizierteste Schritt der Analyse – jener, der bewusst vollzogen wird. Dazu werden die uns bekannten Denkstrategien herangezogen, speziell auch mit Hilfe des Vorwissens. Das geschieht dadurch, dass – ausgelöst durch Assoziationen – Inhalte aus dem Kurzzeitgedächtnis und dem Langzeitgedächtnis zum Vergleich ins Bewusstsein zurück gerufen werden.

Wie jedes datenverarbeitende technische System ist auch das neuronale Netz bestimmten physikalisch bedingten Restriktionen unterworfen, beispielsweise begrenzter Arbeitsgeschwindigkeit wie auch begrenzten Speicher- und Durchflusskapazitäten. In Bild 1 sind die für das menschliche Gehirn typischen Werte für diese Größen angegeben; es sind Werte aus psychologischen Testreihen. Ein wesentliches Resultat ist etwa, dass der Mensch nur rund 16 bit/s ins Bewusstsein aufnehmen kann, und dass alle dort

auftretenden Inhalte nicht mehr als rund 160 bit aufweisen können. Im Durchschnitt sind diese Werte so bemessen, dass der Mensch damit die Komplexität der Umwelteindrücke erfassen kann. Die Komplexität der aufgefangenen Reizmuster kann das System aber auch überfordern; es zeigt sich, dass dann mit Hilfe bestimmter Methoden, beispielsweise auf Grund von Näherungsverfahren oder Wahrscheinlichkeitsannahmen, oft dennoch brauchbare Resultate erzielt werden. Wenn man als Ziel der bewussten Datenverarbeitung den Gewinn einer Übersicht über die anstehenden Situationen, Probleme usw. ansieht, dann wird das durch die Reduktion von deren Komplexität auf 160 bit, das maximale Aufnahmevermögen des Bewusstseinsspeichers, erreicht.

Gelegentlich stößt der Mensch auf Informationsquellen, von denen ein Informationsfluss ausgeht, der der Aufnahmefähigkeit des Bewusstseins gerade entspricht. Solche Reizmuster werden als schön empfunden, wodurch sich der Begriff ‚Schönheit' definiert. Es ist aber auch möglich, Informationsquellen mit Absicht so herzustellen, dass sie die beschriebenen Bedingungen für eine gut gelingende bewusste Informationsaufnahme erfüllen. Solche Informationsquellen werden als klassische Kunstwerke definiert.

Das Flussdiagramm im Bild 1 zeigt die Wege der im Gehirn umgesetzten Daten mit Angabe der Speicher- und Durchflusskapazitäten. Die angegebenen Werte sind zwar grobe Näherungen, erweisen sich jedoch als bemerkenswert unabhängig von individuellen Unterschieden. Im Übrigen sind die Schlussfolgerungen für ästhetische Prozesse nur von den Größenordnungen abhängig; deshalb sind die hier verwendeten, auf Durchschnittswerte bezogenen kybernetischen Modellvorstellungen zur Erläuterung ihrer Aufgabe brauchbar: die Reduktion der Information, wenn möglich durch bessere Codierung, aber auch durch Selektion – und Löschung unwichtig scheinender Daten. Wenn nötig setzt sich dieser Prozess so lange fort, bis ein überschaubares und in seinen Konsequenzen verständliches Resultat vorliegt. Das Bewusstsein kann dabei auf die Inhalte des Kurz- und des Langzeitgedächtnisses zurückgreifen. Die memorierten Daten beanspruchen die Durchflusskapazität des Kanals ebenso wie die aktuell von den Sinnesorganen gelieferten Daten. Im übrigen sei bemerkt, dass die Darstellung nichts mit der räumlichen Verteilung der Verarbeitung- und Speicherzentren oder Nervenbahnen zu tun hat, die über weitere Bereiche des Gehirns verteilt sein können.

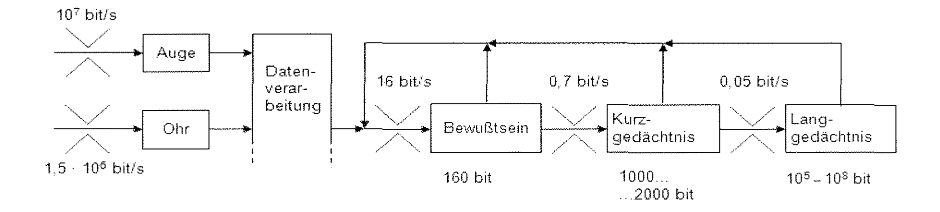


Bild 1. Datenumsatz im menschlichen Gehirn

Die bewusst durchführbaren Aktionen des Menschen werden durch Emotionen gesteuert. Diese sind im Bewusstsein auftretende Signale, die auf überlebenswichtige Situationen hinweisen. Es gibt angenehm empfundene Emotionen, die zur Beibehaltung der Situation, und unangenehme, die deren Vermeidung herausfordern. Zum kognitiven Verhalten, das der Aufnahme von Daten gewidmet ist, gehören folgende Emotionen:

Langeweile, wenn weniger als ~16 bit/s im Bewusstsein ankommen – sie regt zur Suche nach einer ergiebigeren Informationsquelle an;

Irritation, wenn mehr als ~16 bit/s angeboten werden – man versucht durch Erhöhung der Konzentration trotzdem zu einem Verständnis zu kommen, oder wendet sich, wenn das nicht gelingt, von der betreffenden Informationsquelle ab;

Interesse, beim Empfang von ~16 bit/s – die Situation wird als lustvoll empfunden.

Dieses Wirkungsschema von Bild 2 beschreibt die steuernde Funktion von Emotionen für das kognitive Verhalten bei der Konfrontation mit Kunstwerken: Da Kunstwerke – wie oben definiert – so strukturiert sind, dass sie gelingende Wahrnehmungsprozesse hervorrufen, erwecken sie Interesse und lösen die angenehmen Emotionen des kognitiven Verhaltens aus.

Emotionen lassen sich allerdings auch noch auf andere Art hervorrufen, und zwar durch Assoziationen, die durch semantische Bezüge des Dargestellten ausgelöst werden. Diese emotionale Komponente ist es, die in den meisten herkömmlichen Erklärungsversuchen der ästhetischen Wirkung eine beherrschende Rolle spielen. Die Bedeutung dieses Effekts für die Kunst ist bekannt und wird in diesem Zusammenhang nicht weiter behandelt. Zum Verständnis des ‚Phänomens Kunst' ist es jedoch hilfreich, diese beiden grundsätzlich verschiedenen Arten der emotionalen Reaktion im Adressaten auseinander zu halten.

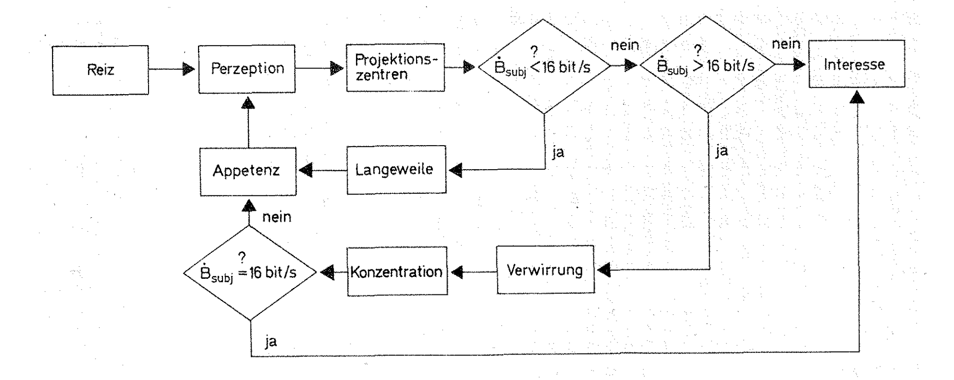


Bild 2. Steuerung des explorativen und kognitiven Verhaltens durch Emotionen

Das Flussdiagramm 2 veranschaulicht den Regelungsprozess am Beispiel einer länger andauernden Wahrnehmungsphase. Zu einem Ablauf solcher Art kann es z.B. kommen, wenn der Adressat nach einem passenden Buch sucht und dabei probeweise kurze Abschnitte liest, oder in vergleichbaren Situationen bei der Suche nach einer Schallquelle, einem Bild, einem Fernsehprogramm usw. Ist der Datenfluss zu hoch, tritt Irritation ein, ist er zu klein, dann kommt es zu Langeweile. Nur in der Nähe des Optimalwerts von 16 bit/s bleibt anhaltendes Interesse bestehen. Diese Art der Steuerung des kognitiven Verhaltens hat einen überlebensrelevanten Sinn, weil sie den Menschen zur Durchmusterung der Umwelt und zur Analyse der dort auftretenden Situationen herausfordert.

Der geschilderte Sachverhalt erlaubt es, der Kunst gesellschaftlichen Nutzen zuzuschreiben. Sie erweist sich als ein Trainingsfeld für die explorativen und kognitiven Fähigkeiten des Menschen, die er schon als steinzeitlicher Jäger und Sammler erworben hat, die aber auch noch heute – wenn auch auf andere Bezüge ausgerichtet als damals – von existenzieller Bedeutung sind.

FAQs

Woher stammen die angegebenen Werte für die Datenkapazitäten?

– Es sind die Ergebnisse von Testreihen, die in den 60er Jahren von Wahrnehmungspsychologen und Lerntheoretikern gemacht wurden. Ähnliche Untersuchungen aus früherer Zeit wurden erst später in das Shannonsche Informationsmaß umgerechnet, wodurch sich die allgemeine Gültigkeit der Werte herausstellte. Inzwischen sind sie durch weitere Untersuchungen bestätigt und verfeinert worden. Inzwischen liegen korrigierte Angaben aus neueren Messungen vor.

Wie wurde die Speicherkapazität des Bewusstseins ermittelt?

– Dazu eignen sich Gedächtnistests für Zeiträume im Sekundenbereich. Aus der Zuflusskapazität des Kanals zum Bewusstsein von 16 bit/s und der Speicherkapazität von 160 bit ergibt sich übrigens eine Verweildauer für Inhalte im Bewusstsein von rund 10 s, auch als ‚Gegenwartsdauer' bezeichnet. Auch dieser Wert kann durch Tests geprüft werden. Es fällt auf, dass gerade die für diese drei zusammenhängenden Größen von verschiedenen Autoren stark divergierende, wenn auch im selben Größenordnungsbereich liegende Werte angegeben werden. Meines Erachtens liegt das daran, dass auch für das Bewusstsein eine der negativen e-Potenz entsprechende Vergessenskurve anzunehmen ist, so dass es sinnvoller wäre, Halbwertszeiten zu verwenden statt absoluter Angaben.

Sind die angegebenen Werte für die maßgebenden Datenkapazitäten im menschlichen Gehirn genau genug bekannt, um daraus weitgehende Schlüsse zu ziehen?

– Um zu verstehen, worauf es bei der Kunst ankommt, genügen Näherungswerte, sie brauchen nur in der Größenordnung zu stimmen. Um nicht mit Fehlergrenzen rechnen zu müssen, benutzt man in der Kybernetik vereinfachte Modelle. Das Funktionsschema bleibt davon unberührt.

Bei Kunstformen, denen in der Zeit veränderliche Wahrnehmungsinhalte zugrunde liegen, ist die 16-bit-Regel anwendbar. Wie verhält es sich bei statischen Kunstformen, beispielsweise bei Bildern?

– Bei komplexeren Bildern erfolgt eine Unterteilung in Bezugsebenen, die sukzessive ins Auge gefasst werden; für jede einzelne gilt wieder die 16-bit-Regel.

Sind die beiden Schemadarstellungen auf jede Art von Kunst anwendbar?

– Die daraus entspringenden Regeln entsprechen weitgehend der klassischen Auffassung von Kunst, bei der der Schönheitsbegriff noch eine Rolle spielt, doch sind sie insofern auch zur Erklärung der sogenannten modernen Kunst brauchbar, als man auf ihrer Basis gut erklären kann, in welcher Beziehung diese in ihren verschiedenen Erscheinungsformen vom klassischen Vorbild abweicht. Die Abweichung ist eine Methode, um die Komplexität zu erhöhen bringt also die von der Kunst geforderte Innovation mit sich.

Sind bei den ästhetischen Effekten nicht auch Sinnzusammenhänge zu berücksichtigen?

– Bekanntlich kann man mit assoziativ wirkenden Elementen verschiedene Emotionen hervorrufen, was in vielen Arten der Kommunikation gezielt angewandt wird. Da auch zur Beschreibung semantisch bedeutsamer Elemente, beispielsweise von Wörtern, Speicherkapazitäten aufgewandt werden müssen, ist das Schema der Datenverarbeitung auch für diese gültig. Deshalb beeinflussen die subjektiven Unterschiede im Wegen des unterschiedlichen Vorwissens der Adressaten ergeben sich bei diesen besonders große Unterschiede bei der Aufnahme semantisch stark belasteter Kunst.

Wozu braucht man eine komplizierte Strukturierung der Kunstwerke, da man doch durch assoziative Elemente in Kunstwerken beliebige Emotionen anregen kann?

– ‚Kunstwerke', die lediglich auf der assoziativen Auslösung von Gefühlen beruhen, aber unzulänglich strukturiert sind, werden als formal minderwertig empfunden. Solche mit niedriger Komplexität, aber betonter emotionaler Wirkung Objekte können als Kitsch definiert werden.

Der Mensch ist oft mit hohen Komplexitäten konfrontiert, also mit solchen, die das Fassungsvermögen des Bewusstseins von 160 bit überfordern? Wie kann er damit fertig werden?

– Es gibt viele Strategien. So kann man, beispielsweise mit Hilfe rückgerufener Gedächtnisinhalte, nach günstigeren Codierungen suchen, man kann die Situation aber auch im Sinn des Mehrebenenmodells in Teileaspekte spalten und sich mit jedem einzelnen nacheinander beschäftigen. Es kann aber auch bei der Konfrontation mit Kunstwerken zur Überforderung der Betrachter, Zuhörer oder Leser kommen, die diese von einer weiteren Bemühungen abhält.

Wie schaffen es Künstler, ihre Werke ohne Informationstheorie richtig zu strukturieren?

– Nicht nur der Künstler, sondern jeder Mensch hat es in der Lebenspraxis gelernt, sich so auf seine Partner einzustellen, dass seine Ausführungen verstanden werden. In schwierigeren Fällen versetzt sich der Künstler zwischen einzelnen Arbeitsphasen probeweise in die Rolle des Publikums, oder er führt sein Werk vor der Veröffentlichung sachkundigen Personen vor. Im Übrigen müssen die angegebenen Werte nicht genau eingehalten werden, der Adressat kann sich in gewissen Grenzen auch auf überhöhte

Werte einstellen oder auch Langeweile ertragen (– was bei Kunstvorführungen gelegentlich vorkommt).

Wieso findet das Publikum auch bei mehrfach wiederholten Präsentationen eines Kunstwerks Gefallen daran?

– Dieses Problem wird insbesondere bei Bildern deutlich, denn der Theorie entsprechend sollte man an einem richtig strukturierten Bild, das sich auf 160 bit Information reduzieren lässt, nur zehn Sekunden interessiert sein. Hier muss der Künstler besondere Strategien anwenden, um das Interesse des Publikum längere Zeit hindurch wach zu halten. Dazu gibt es mehrere Methoden. Die wichtigste beruht auf der Tatsache, dass der Mensch imstande ist, sich selektiv auf verschiedene Bedeutungsebenen eines Informationsangebots zu konzentrieren. Wenn nun jede davon den Bedingungen für optimale Wahrnehmung gemäß konfiguriert ist, kann er sich auf jede einzelne nacheinander konzentrieren und bei erneuter Präsentation auch bisher unbeachtete Bedeutungsebenen entdecken, denen er nun Beachtung schenkt. Die zugrunde liegende Vorstellung, als ‚Mehrebenen-Modell' bezeichnet, ist eine grundlegende Basis für die Erklärung der von Kunst hervorgerufenen Wirkungen. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, die Wirkungsebenen einzelner Kunstformen zu klassifizieren.

Bezieht sich das beschriebene Modell des ästhetischen Prozesses nicht nur auf die Betrachterseite? Fehlt dann nicht noch eine Theorie des kreativen Vorgangs?

– Die Bedingung für die optimale Strukturierung von Reizmustern im Hinblick auf gelingende Wahrnehmungsprozesse kann als eine Art grundlegender Grammatik für den Künstler gesehen werden, der er, bewusst oder unbewusst, zu folgen vermag. Im Übrigen liegt eine einheitliche theoretische Bearbeitung der kreativen Kunstprozesse auf der Basis der Kybernetik noch nicht vor.

Aber dem Künstler steht es doch frei, diese Regeln zu durchbrechen. Was sind die Konsequenzen?

– Solche Abweichungen sind für viele Werke der sogenannten modernen Kunst typisch. Sie erfüllen als Mittel der Erzeugung von Innovation ihren Zweck und können auch zur Klassifikation von Kunststilen und Stilelementen verwendet werden. Oft erklären sie zudem auch die (in solchen Fällen manchmal negativ gefärbten) Reaktionen des Publikums. Im Übrigen lässt sich die in der Kunst als Mittel gegen Informationsarmut und Langeweile nötige Innovation auch ohne Verletzung der genannten ‚Grammatik' erzeugen.

Mehrere dieser Fragen deuten auf weitere wesentliche Problemkreise der informationspsychologischen Kunsttheorie, die eine ausführlichere Behandlung verdienen. Insbesondere lässt sich der Zusammenhang mit kognitiven Prozessen durch beliebig viele Beispiele belegen, die noch einer genaueren Bearbeitung bedürfen. So werden erst durch eine Erörterung des Mehrebenenmodells die Unterschiede des ästhetischen Verhaltens bei der Konfrontation mit Werken aus den verschiedenen Kunstbereichen verständlich.

Schrifttum

Frank, Helmar G. (1959): *Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendungen auf die mime pure*, Dissertation, Technische Hochschule Stuttgart

Frank, Helmar G. und Herbert W. Franke (1997): *Ästhetische Information – Estetika informacio,* Eine Einführung in die kybernetische Ästhetik, Akademia Libroservo durch I.f.Kybernetik-Verlag, Berlin, Paderborn

Franke, Herbert W. (1979): *Kybernetische Ästhetik - Phänomen Kunst*, Ernst Reinhardt Verlag München (3. neu bearbeitete Auflage von ‚Phänomen Kunst, Verlag Nadolki, Stuttgart 1967)

Moles, Abraham (1958): *Théorie de l'information et perception esthétique*, Flammarion, Paris (deutsch in Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung, DuMont Schauberg, Köln 1971)

Zemanek, Heinz (1959): *Elementare Informationstheorie*, R. Oldenbourg Verlag, Wien

Eingegangen 2011-02-01

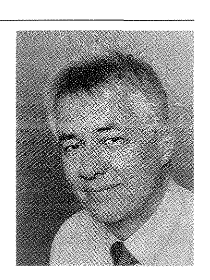
Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Herbert W. Franke, Austr. 12, Puppling, D 82544 Egling, Tel. 08171 18329, Fax 08171 29594
Homepage: www.zi.biologie.uni-muenchen.de/~franke

The perception of art as data processing (Summary)

A cohesive conceptualization of art, music, literature, etc., requires that they share common characteristic properties. These products are all absorbed through perception. The rules that govern perception must also be valid for the consumption of art, and it would therefore make sense to research whether characteristic properties of art can be differentiated. The perception itself is a product of data processing, which depends on the filtering of useful information from the multitude of incoming stimuli. A large part of this goes on to the subconscious center, in which reflexes are stimulated.

Consciousness, which can be seen as the main memory, receives only a small part of the data. Known strategies of thought are enlisted, especially with the help of previous knowledge. In this way – stimulated by association, contents from short-term and long-term memory are recalled. It is also possible to purposely conceptualize an information stream such that the described ideal preconditions correspond to the reception of information. Such information streams are seen as works of art. They are so structured as to evoke a successful perceptual response, awaken interest, and stimulate the appropriate emotions of perceptual behavior.

grkg / Humankybernetik
Band 52 · Heft 1 (2011)
Akademia Libroservo / IfK



Reinhard FÖSSMEIER

Dr. Reinhard Fössmeier (n. 1955-04-11) finstudis en 1980 pri matematiko kaj informadiko ĉe Technische Universität München (TUM, Teĥnika Universitato Munkeno). Postdiplome studinte ĉe la Armea Universitato Neubiberg kaj ĉe TUM li en 1984 doktoriĝis ĉe ties ĉi Fakultato pri Matematiko kaj Informadiko. En 1989 li habilitiĝis pri informadiko ĉe AIS San-Marino. De 1995 li estas membro de AIS.

En 1990 Fössmeier eklaboris en komercaj entreprenoj informadikaj. Li specialiĝis pri rete distribuitaj aplikaĵoj surbaze de diversaj programlingvoj kaj protokoloj.

Honorofice li instruas ĉe AIS kaj ĉe universitato Lucian Blaga en Sibiu (Rumanio), kies honora profesoro li estas de 2003. Li prizorgas la inform-oficon de AIS kaj tial okupiĝas pri la praktikaj aspektoj de internacia komunikado. En tiu ĉi funkcio li reprezentis AIS ankaŭ ĉe aranĝoj ne-liafakaj, ekz. ĉe IAUPL en 2000, ĉe EUFO en 2003 kaj ĉe CALPIU en 2008, prezentante la spertojn de AIS sur la kampo de scienca komunikado.

Fössmeier estas membro de GI (*Gesellschaft für Informatik*) kaj dum kelkaj jaroj gaste kunlaboris en ties faka komisiono 7.1 pri universitata instruado de informadiko.

Plej gravaj verkoj:

1 Pri kelkaj rilatoj inter la homa menso kaj komputil-programadaj teknikoj. GrKG 29/2, 63–69, 1988.
2 On Richardson extrapolation for finite difference methods. Numerische Mathematik 55 , 451–462, 1989.
3 Deskripto de aproksimaĵoj kiel abstraktaj komputo-strukturoj laŭ la ekzemplo de la reelaj nombroj / Beschreibung von Approximationen als abstrakte Rechenstrukturen am Beispiel der reellen Zahlen. AIS San Marino, München, 1989.
4 Die Schnittstellen von UNIX-Programmen. Reihe Informationstechnik und Datenverarbeitung. Springer-Verlag, Berlin 1991.
5 Zur Axiomatisierung logarithmischer und halblogarithmischer Zahlensysteme. Computing 46 (1991), 175–182.
6 Kohäsion als Leitlinie der Objektorientierung. En: H.-J. Scheibl (red.): Software-Entwicklung – Methoden, Werkzeuge, Erfahrungen '99. 8. Kolloquium Software-Entwicklung. 20-a/22-a de septembro 1999.
7 Globalisation and non-instrumental motivation in language usage. En Vielberth, Drexel: Linguistic cultural identity and International Communication. Sprachwissenschaft-Computerlinguistik, 16. AQ-Verlag, 2003.
8 Authentisierung in der asynchronen Kommunikation bei verteilten Anwendungen. En: The knowledge-based organization. 14th international conference. 8. Nicolae Bălcescu Land Forces Academy Publishing House, Sibiu, 2008. 9–14.
9 Gramatikaj fenomenoj de komputila internaciigo. En: La arto labori kune. Festlibro por Humphrey Tonkin. Red: Detlev Blanke kaj Ulrich Lins. Universala Esperanto-Asocio, Rotterdam, 2010. 658–662.

Latenz und Wartezeiten bei WWW-Anwendungen

von Reinhard FÖSSMEIER, Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San-Marino

1 Einleitung

Bei interaktiven Anwendungen ist die Latenz zu einem wichtigen Begriff an der Schnittstelle von Technik und Ergonomie geworden. Als Latenz oder Verzögerung einer Anwendung bezeichnet man die Zeit, die von einer Aktion des Benutzers bis zur Ankunft der Reaktion der Anwendung vergeht, also die Wartezeit des Benutzers. Bei verteilten Anwendungen, beispielsweise in Client-Server-Technik, setzt sich diese Wartezeit aus drei Teilen zusammen:

- Der Applikations-Server braucht zur Bearbeitung der Anfrage eine bestimmte Verarbeitungszeit t_p, die sich aus seiner Leistungsfähigkeit und der Komplexität der Anfrage bestimmt. Dieser Zeitbedarf lässt sich durch den Einsatz von leistungsfähigeren oder parallel arbeitenden Maschinen (Cluster-Bildung) verringern. Auch neue technische Entwicklungen spielen hier eine Rolle. So kann etwa die gefürchtete Verzögerung, die bei Java-Servern durch eine Speicherbereinigungs-Phase entstehen kann, durch neue Techniken in Grenzen gehalten werden (Gousios/Karakoidas/Spinelis 2006).
- Für die Übertragung zunächst der Anfrage und dann der Ergebnisse über die Verbindungsleitung ist eine bestimmte Zeit erforderlich. Entsprechend dem Datenumfang M und der Kapazität C der Verbindung, also der pro Zeiteinheit übertragbaren Datenmenge, ergibt sich ein Zeitbedarf von $t_u = M/C$. Auch dieser Zeitbedarf lässt sich durch technische Mittel, wie den Einsatz breitbandiger Verbindungen, Bündelung von Verbindung und Kompression der Daten, beeinflussen.
- Zu diesem Zeitbedarf addiert sich die Laufzeit t_w des Signals über die Verbindung, also die Zeit, die vom Absenden des ersten Datenelements bis zu dessen Ankunft vergeht. Auch diese Laufzeit wird als Latenz (der Kommunikationsleitung) bezeichnet. Sie stellt neben der Kapazität die zweite wichtige Kenngröße einer Verbindung dar. Im Gegensatz zur Kapazität ist sie durch technische Mittel nur sehr eingeschränkt beeinflussbar.

Die Summe aus t_u und t_w stellt die Übertragungszeit eines Vorgangs dar. Sie hängt von der Datenmenge, der Leitungskapazität und der Leitungslatenz ab und geht in einen typischen Interaktionsvorgang zweimal ein, für den Hin- und den Rückweg der Daten. Während sich C und damit t_u durch technische Mittel beeinflussen lassen, sind der Leitungslatenz t_w physikalisch untere Grenzen gesetzt.

Laut einer Studie im Auftrag der Firma Symantec vom Juli 2006 verbringen die Anwender verteilter Applikationen im Durchschnitt 24 % ihrer Arbeitszeit mit Warten auf eine Reaktion ihrer Anwendung. Auch wenn man für diesen Wert starke Schwankungen je nach Art der Applikation annehmen muss, ist die Latenz also ein ernstzunehmender Faktor in der Ergonomie verteilter Anwendungen.

Eine Gartner-Studie (Fabbi 2004) schätzt, dass in einem Netz mit C = 128 Kb/s die Hälfte der Wartezeiten durch Leitungslatenz t_w verursacht wird. Obwohl hier pauschal von *application delay* gesprochen wird, ist vermutlich nur die Übertragungslatenz (ohne die Verarbeitungszeit t_p) gemeint, also $t_w = (t_u + t_w)/2$, woraus sich $t_u = t_w$ ergibt. Diese Annahme wird bestätigt durch den Hinweis in der Studie, dass bei einer Erhöhung von C um einen Faktor 16 auf 2 Mb/s der Anteil von t_w auf 95 Prozent wächst, denn das ergibt sich näherungsweise aus der Annahme $t_u = t_w$:

$$t_u = t_w \quad \Leftrightarrow \quad t_w \,/\, (t_u/16 + t_w) = 16/17 = 0{,}941$$

Je mehr also die Kapazität der Leitungen wächst und damit t_u sinkt, desto größer wird der relative Einfluss der Leitungslatenz t_w. Bei weltweit eingesetzten Geschäftsanwendungen international arbeitender Konzerne und Organisationen kann man in der Regel von einer ausreichenden bis guten Kapazität der Verbindungen ausgehen. Während sich Optimierungsmaßnahmen bei Netzauftritten für ein breites Publikum vielfach auf die Verringerung von t_u durch Minimierung der übertragenen Datenmengen konzentrieren (King 2003), rückt hier die Latenz in den Vordergrund.

Verteilte Anwendungen stützen sich immer häufiger auf das Protokoll HTTP und auf verbreitete WWW-Browser und HTML-Formulare als Client-Umgebung. Die Server-Seite bilden dann meist Applikations-Server auf J2EE- oder .NET-Basis. Daher ist es von Interesse, welche Grundsätze in diesem Umfeld zu beachten sind, um Latenzzeiten in Grenzen zu halten. Der vorliegende Beitrag versucht eine Klassifizierung und Beschreibung der wichtigsten Techniken.

2 *Typische Signallaufzeiten im Internet*

Da auf der Erdoberfläche einfache Punkt-zu-Punkt-Entfernungen bis 20.000 km auftreten und Kommunikationsleitungen nicht immer den direkten Weg nehmen können, ergeben sich bereits durch die Lichtgeschwindigkeit Signallaufzeiten von mindestens 140 ms (hin und zurück). In der Praxis ist mit mehr als dem doppelten Wert zu rechnen. Noch längere Zeiten ergeben sich bei Netzzugang über Nachrichtensatelliten, der daher möglichst zu vermeiden ist.

Tabelle 1 zeigt, dass bei Verbindungen um den halben Globus herum zehnmal so lange Laufzeiten auftreten wie etwa innerhalb Deutschlands. Die Zeiten wurden mit dem Kommando *ping* gemessen. Es wurden von jeweils vier Messwerten der größte eliminiert (potentieller Ausreißer) und die anderen drei gemittelt.

Bei jedem Zugriff vom Browser-Client auf den Server muss selbstverständlich eine solche Hin-und-Zurück-Laufzeit („round-trip") gewartet werden. Bei vielen WWW-Anwendungen sind aber zwei oder mehr Kommunikationsvorgänge zum Aufbau eines Anwendungsdialogs erforderlich, wodurch sich die Zeiten verdoppeln oder vervielfachen. Dieses Phänomen wird als Ping-Pong-Effekt bezeichnet und ist nach Möglichkeit zu vermeiden, da es zu schlechter Arbeitseffizienz und, wie Symantec survey ausführt, zu Frustration bei den Anwendern führt. Nielsen (Nielsen 2000) gibt an, dass bereits bei einer Wartezeit von einer Sekunde eine kritische Grenze liegt, bei der die Aufmerksam-

keit des Anwenders nachlässt. King (King 2003) führt aus, dass lange Wartezeiten dem Anwender ein Gefühl des Ausgeliefertseins (fehlende Kontrolle über das System) geben.

Land	Adresse	Zeit in ms
Deutschland	www.bmw.com	25
	www.uni-hamburg.de	39
Portugal	www.cm-lisboa.pt	63
Russland (Moskau)	www.mos.ru	87
USA, Ostküste	www.suny.edu	116
	www.ci.miami.fl.us	147
USA, Westküste	www.tomsawyer.com	199
	arachne.berkeley.edu	181
Japan	hit-u.ac.jp	299
	www.tokyometro.jp	283
Neuseeland	www.airnz.co.nz	344
	standards.co.nz	362

Tabelle 1: *Ping-Zeiten bei Zugriff aus Süddeutschland*

3 Techniken zur Verminderung der Latenz-Auswirkungen

Diverse Hersteller bieten spezielle Hard- oder Software zur Reduzierung von Latenzauswirkungen an, beispielsweise „Branch-Office-Boxes", die zwischen das Internet und das lokale Netz einer Zweigstelle geschaltet werden (siehe Skorupa 2005). Durch Anwendung einiger elementarer Techniken lassen sich aber auch ohne solche Hilfsmittel gute Ergebnisse erzielen. Solche Techniken sind nachfolgend beschrieben.

Einige der beschriebenen Techniken wirken sich auf die Struktur der Anwendung aus und müssen daher bereits beim Entwurf der Anwendung berücksichtigt werden; andere sind auch nachträglich bei fertigen Anwendungen einsetzbar.

3.1 Vermeidung von Latenzkaskadierung

Bestimmte Techniken der WWW-Programmierung führen zu einer Kaskadierung von HTTP-Anfragen, wodurch sich die Latenzzeiten akkumulieren. Es ist nicht ungewöhnlich, dass dadurch Wartezeiten vom Sechs- oder Achtfachen der Leitungslatenz t_w auftreten. Fabbi (Fabbi 2004) hält Datenformate wie XML und HTML für ungeeignet für verteilte Anwendungen, da sie diesen Ping-Pong-Effekt begünstigen. Die Formate sind aber nicht pauschal zu verdammen; es kommt lediglich darauf an, einen möglichen Ping-Pong-Effekt rechtzeitig zu erkennen und nach Möglichkeit zu vermeiden.

Generell entstehen solche Situationen, wenn ein vom Server zum Client übertragenes Ergebnis sofort eine neue Server-Anfrage verursacht, weil das Ergebnis unvollständig war. Dafür gibt es eine Reihe möglicher Ursachen. Wichtige Beispiele sind:

- Grafiken (Bilder) in HTML-Seiten: Die Grafik kann erst geladen werden, wenn der HTML-Text angekommen ist, da er den Namen der Grafik enthält. Mehrere im selben Dokument referenzierte Grafiken können parallel geladen werden, führen also nicht zu einer weiteren Erhöhung der Wartezeit durch Latenz.

- Style-Skripten (*style sheets*) in HTML- oder XML-Dokumenten; auch hier kann ein Skript erst geladen werden, wenn sein Name aus dem Dokument bekannt ist. Und auch hier können mehrere im selben Dokument referenzierte Skripten parallel geladen werden.
- ausführbare externe Skripte in HTML-Dokumenten, z. B. JavaScript
- externe Datenquellen („Datenanbindung“ über datasrc/datafld; vgl. Rollmann 1997 und Westermann 2002, „Programming with XML“)
- inkludierte Skripte in inkludierten Skript-Dateien
- Rahmen (*frames* oder *iframes*) in HTML-Seiten

Die Kategorien Style-Skripten und Rahmen sind besonders bedeutsam, da sie durch Rekursion mehr als eine Kaskadenstufe von Server-Zugriffen verursachen können: Sowohl das Inkludieren von Skripten als auch das Zusammensetzen von Rahmen lassen sich beliebig schachteln.

3.1.1 Vermeidung von Rahmen-Strukturen

Manchmal ist die Technik, Dialogmasken in Rahmentechnik aufzubauen, nützlich, da unveränderte Rahmen bei einem Dialogwechsel nicht neu übertragen zu werden brauchen. Bei Verbindungen mit geringer Übertragungskapazität verringert die gesparte Übertragung den Zeitbedarf deutlich.

Andererseits wirkt sich die Rahmentechnik negativ aus, wenn mehrere Rahmen-Ebenen übertragen werden müssen. Die Übertragung der inneren Rahmen kann dann erst beginnen, wenn der umfassende Rahmen vollständig übertragen ist, da vorher die Adressen der inneren Rahmen nicht bekannt sind. Das bedeutet, dass pro Rahmenebene die vollständige Zeit für den Weg zum Server und wieder zurück erforderlich ist.

Während größerer Datenumfang durch breitbandige Verbindungen kompensiert werden kann, sind der Latenz durch die Physik untere Grenzen gesetzt. Daher ist die Rahmen-Technik bei dialog-orientierten Anwendungen über weite Entfernungen eher zu vermeiden.

Ein Kompromiss besteht darin, das Neuladen mehrerer Rahmen nicht über einen übergeordneten Rahmen, sondern gezielt auf der innersten Rahmenebene anzustoßen, was mit Hilfe von JavaScript möglich ist. Bild 1 zeigt das an einem Beispiel: Bei (A) wird zunächst das Dokument *seite_2.html* geladen, das seinerseits ein Laden der Rahmendokumente *links_2.html* und *rechts_2.html* anstößt; es sind also zwei Schritte erforderlich. Bei (B) dagegen bleibt der äußere Rahmen bestehen, und nur seine beiden Bestandteile (*links* und *rechts*) werden neu geladen, was in einem einzigen Schritt geschehen kann. Allerdings ist der Einsatz von JavaScript in Geschäftsanwendungen oft unbeliebt, da es große Verhaltensunterschiede zwischen verschiedenen Browser-Typen gibt.

seite_1.html	<frameset cols="50%,50%"> <frame src="links_1.html" name="links"> <frame src="rechts_1.html" name="rechts"> </frameset>
seite_2.html	<frameset cols="50%,50%"> <frame src="links_2.html" name="links"> <frame src="rechts_2.html" name="rechts"> </frameset>

<table>
<tr><td>(A) Verweis auf neue Rahmenstruktur</td><td><pre>Zu <a href="seite_2.html"
      target="_top">Seite 2 gehen</pre></td></tr>
<tr><td>(B) Setzen der Rahmeninhalte über JavaScript</td><td><pre><script>
function seite2() {
  parent.links.location='links_2.html';
  parent.rechts.location='rechts_2.html';
}
</script>
Direkt zu
Seite 2.</pre></td></tr>
</table>

Bild 1 *Zwei Techniken zum Weiterblättern in Rahmen*

3.1.2 Vermeidung kaskadierender Skripten

Das client-seitige Inkludieren von Skripten in HTML-Seiten ist im Prinzip sinnvoll, da es die mehrfache Übertragung häufig gebrauchter Skripten einspart. Um jedoch kaskadierende Abfragen zu vermeiden, sollten Skripte keinesfalls weitere Skripte inkludieren (Bild 2). Alle Inkludier-Anweisungen sollten in der obersten Stufe enthalten sein (Bild 3).

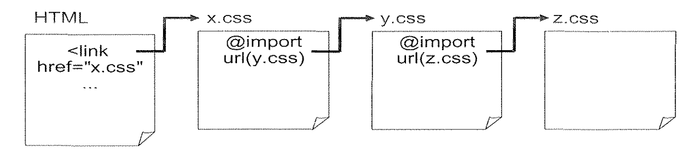


Bild 2 *Kaskadierende Inklusion bei Style-Sheets*

Dieses Vorgehen widerspricht zwar manchmal einem strukturierten Aufbau von Skripten, aber hier geht es ja nicht um den vom Entwickler verfassten Kode, der durchaus ähnlich aussehen kann wie in Bild 4, sondern um die im Netz übertragenen Inhalte. Moderne Server können zwischen diesen beiden Welten Brücken schaffen, die beide Seiten befriedigen. Beispielsweise kann die HTML-Seite aus einer JSP-Datei erzeugt werden, in der ein Custom-Tag die Inklusionsketten durch die Skript-Dateien hindurch verfolgt, dabei die Namen der Dateien aufsammeln und entsprechende Include-Anweisungen in der HTML-Seite generiert.

JavaScript wird oft als ungefährlich bezüglich Lizenz-Kaskadierung angesehen, da es keine Inkludieranweisung besitzt und also keine geschachtelte Inkludierung unterstützt. Allerdings ist es möglich, in JavaScript beliebige DOM-Strukturen dynamisch aufzubauen, auch Javascript-Blöcke. Solche Techniken sind im Interesse kurzer Antwortzeiten zu vermeiden und werden daher hier nicht näher erläutert.

Henderson (Henderson 2006) beschreibt eine Technik, mit der sich die von einer Seite inkludierten Skripten zu einem einzigen zusammenfassen lassen, so dass nur ein einziger Server-Zugriff notwendig wird. Das ist nicht zuletzt deshalb wichtig, weil Browser üblicherweise nur eine begrenzte Anzahl von Server-Zugriffen parallel ausführen.

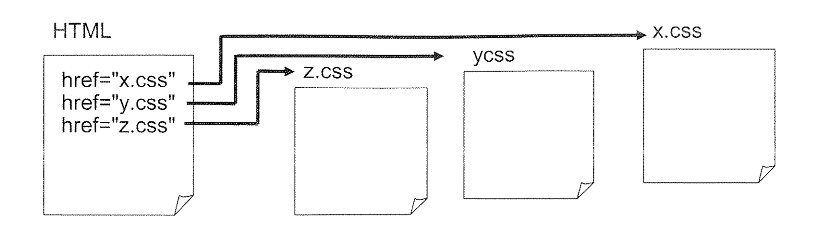


Bild 3 *Vermeidung kaskadierender Inklusion*

3.1.3 Einsparen von Grafiken

Auch Grafiken, die in HTML-Seiten eingebettet sind, können erst dann vom Server angefordert werden, wenn die umgebende Seite geladen ist, und verursachen damit einen eigenen Latenz-Zyklus.

Nun haben viele eingebettete Grafiken durchaus ihren guten Sinn; manche Anwendungen verwenden jedoch Grafiken als Schaltflächen, was zwar oft ansprechend aussieht, aber eben zusätzliche Server-Zugriffe verursacht. Optisch ansprechende Schaltflächen lassen sich jedoch auch als Hyperlinks gestalten, deren Farbgebung und Verhalten bei Mausberührung und Mausklick über CSS-Skripten (Style-Sheets; vgl. Meyer 2005) festgelegt wird. Solche Schaltflächen verursachen keine zusätzlichen Server-Zugriffe.

3.1.4 Einbetten von Grafikdaten

Für nicht allzu umfangreiche Grafiken gibt es die Technik der Data-URLs (RFC2397), mit denen sich Grafikdaten direkt in HTML-Text einbetten lassen. Dadurch sind die Grafikdaten nach der Übertragung der Seite sofort verfügbar. Ein Nachteil dieser Technik ist, dass sie jede Art von Caching der Grafikdaten verhindert. Der Hauptnachteil ist derzeit jedoch, dass der weit verbreitete Internet-Explorer von Microsoft solche Data-URLs erst ab Version 8 unterstützt.

3.2 Caching und Replizierung

Unter bestimmten Umständen lassen sich Kommunikationsvorgänge dadurch vermeiden, dass man Kopien von Inhalten anlegt. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Speicherung angeforderter Inhalte (Caching) und der vorsorglichen Replizierung.

3.2.1 Caching von statischem Inhalt

Das Protokoll HTTP (RFC2616) ermöglicht es einem Client, lokale Kopien von besuchten WWW-Seiten zu halten. Moderne WWW-Browser nutzen diese Möglichkeit und vermeiden so unnötige Datenübertragungen. WWW-Seiten mit dynamischem Inhalt, zum Beispiel Seiten mit dem Ergebnis einer Datenbank-Abfrage, können von diesem Mechanismus nicht profitieren; für sie muss das Caching ausdrücklich ausgeschlossen werden.

Für unveränderliche oder selten veränderte Teile, den so genannten statischen Inhalt, ist das Caching sehr nützlich. Es ist allerdings zu beachten, dass der Browser üblicher-

weise, bevor er ein Dokument (eine Ressource) aus seinem Cache verwendet, beim Server nachfragt, ob sich dieses Dokument inzwischen verändert hat. Falls ja, wird in der Antwort sofort ein aktueller Stand des Dokuments mitgeschickt.

Auch wenn das lokal vorhandene Dokument aktuell ist, erfordert das Nachfragen beim Server einen vollständigen Zugriffszyklus zwischen Client und Server. Der Server-Zugriff wird dadurch also nicht eingespart; nur der Umfang der Antwortdaten ist sehr gering, wenn keine Änderung erfolgt ist.

Bei Ressourcen, die sich nur sehr selten ändern, lässt sich allerdings die Rückfrage beim Server tatsächlich einsparen. Dazu muss der Server beim ersten Zugriff auf die Ressource eine „Verfallszeit" mitgeben. Damit drückt er aus, dass die Ressource auf jeden Fall eine bestimmte Zeit gültig ist. Innerhalb dieser Zeit braucht ein Client wegen dieser Ressource nicht beim Server nachzufragen. Der dadurch erzielte Zeitgewinn kann erheblich sein.

Die Angabe einer Verfallszeit erfolgt in den HTTP-Kopfzeilen durch die Anweisung „*Expires:*". Der verbreitete HTTP-Server Apache besitzt einen Mechanismus, um eine solche Kopfzeile zu setzen. Dazu dienen die Konfigurationsanweisungen *ExpiresActive*, *ExpiresDefault* und *ExpiresByType* aus dem Modul *mod_expires*. Bild 4 zeigt ein kommentiertes Beispiel einer solchen Konfiguration.

Konfigurationsdatei .htaccess

```
# Verfallszeiten aktivieren:
ExpiresActive on
# Bilder erhalten 1.000.000 Sekunden
# (etwa 11,6 Tage) Gültigkeit ab Zugriff:
ExpiresByType image/gif A1000000
ExpiresByType image/png A1000000
ExpiresByType image/jpeg A1000000
```

Bild 4 *Konfiguration von Verfallszeiten für Apache*

Wenn sich nun eine solche Ressource doch einmal ändert, ergibt sich der Nachteil, dass die Clients während der Verfallszeit noch ihre gespeicherten Kopien verwenden, also nicht die aktuelle Version. Dieses Problem lässt sich aber leicht vermeiden, indem man im Namen der Ressource eine Versionsnummer hochzählt. Dadurch erkennt der Client, dass er die neue Version (die für ihn eine völlig neue Ressource ist) noch nicht gespeichert hat, und lädt sie, behält allerdings die alte Version unnötigerweise noch eine Weile in seinem Cache.

Verfallszeiten eignen sich besonders für eingebettete Grafiken, Style-Sheets und aktive Skript-Dokumente. Sie sind mit gewissen Einschränkungen auch nachträglich bei vorhandenen Anwendungen einsetzbar, ohne in deren Struktur einzugreifen, da sie zum Beispiel bei Apache lediglich eine Änderung der Konfigurationsdaten erfordern.

3.2.2 Caching von dynamischem Inhalt

Die beschriebene Technik des Cachings mit Verfallszeit lässt sich auch auf dynamisch generierte Seiten anwenden, sofern sie nicht parametrisiert sind. Ein Beispiel sind Suchmasken (Eingabefelder mit Beschriftungen) für Datenbank-Abfragen, deren Aufbau

zwar von der Struktur, aber nicht vom Inhalt der Datenbank abhängt und sich daher nur selten ändert. Gerade hier ist der Benutzer für kurze Reaktionszeiten dankbar, da er spürt, dass keine echte Rechenarbeit geleistet wird.

Verfallszeiten von etwa einem Tag sind bei solchen Suchmasken fast immer akzeptabel und verbessern vor allem die vom Benutzer subjektiv erlebte Reaktionszeit des Systems.

In Java-basierten Anwendungen lässt sich eine Verfallszeit über die Methode *setHeader* der Schnittstelle *javax.servlet.http.HttpServletResponse* setzen.

3.2.3 Verteilung (Replizierung) von statischem Inhalt

In weltweit verteilten Anwendungen kann es nützlich sein, Kopien des statischen Inhalts auf mehrere Server zu verteilen, die entfernt voneinander stehen. Clients können sich dann ihre Kopie vom nächst gelegenen Server holen und so von geringeren Latenzzeiten profitieren. Sie sind nicht auf einen lokalen Cache angewiesen, der erst gefüllt werden muss oder auch gar nicht existiert.

Diese Art des Caching wird von dedizierten Geräten, so genannten *Branch-Office-Boxes*, besonders unterstützt (s. Skorupa 2005). Entsprechende Dienste werden auch kommerziell angeboten und englisch als *content distribution network* oder *content delivery network* (CDN) bezeichnet (Buyya/Pathan/Vakali 2008).

Bild 5 zeigt, wie nach einem Zugriff auf den zentralen Server und dessen Datenbank weitere Ressourcen (Bilder, Style-Sheets) von einem verteilten Server geholt werden, der sich relativ nahe beim Client befindet. Dadurch werden die Auswirkungen des Ping-Pong-Effekts gemildert. Die Abbildung zeigt ebenfalls, dass es ein Irrtum wäre, auch die Datenbankzugriffe auf den verteilten Server zu verlagern: Da dieser sich weit von der Datenbank entfernt befindet, treten hohe Latenzzeiten auf; da ein Server-Zugriff viele Datenbankzugriffe auslösen kann(durch drei Punkte in der Abbildung angedeutet), würden sich diese Latenzzeiten vervielfachen.

Gegenüber dem client-seitigen Caching hat die Replizierung den Vorteil, dass sie bereits beim ersten Zugriff auf die Anwendung greift, wenn ein Cache erst befüllt werden muss.

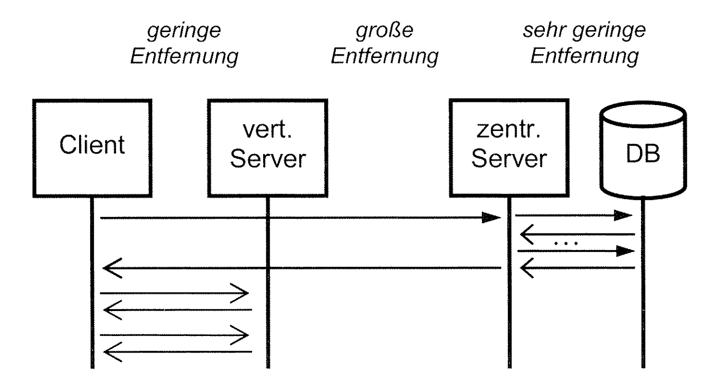


Bild 5 *Zugriff auf verteilte Ressourcen*

Ähnlich wie das Caching ist auch die Replizierung auf bestehende Anwendungen anwendbar, ohne dass diese geändert zu werden brauchen, da die Zugriffssteuerung über ein Request-Routing außerhalb der Anwendung erfolgt.

3.2.4 Replizieren von dynamischem Inhalt

Im Prinzip lassen sich unter den oben genannten Voraussetzungen (keine Parameterabhängigkeit) auch dynamische Inhalte auf verteilten Servern replizieren. Allerdings ist es schwierig, diese Inhalte für die Replizierung in statischer Form zusammenzustellen, da sie ja dynamisch erzeugt werden.

Eine Replizierung dynamischer Inhalte lässt sich dadurch erzielen, dass auf den verteilten Servern eine abgespeckte Variante der Anwendung installiert wird, die nur die nicht parametrisierten Anfragen beantwortet und alle anderen an den zentralen Server weiterleitet. Ein entscheidender Nachteil dieses Vorgehens sind die Entwicklungskosten einer solchen abgespeckten Variante, die einen Einsatz in aller Regel verhindern. Das Verfahren ließe sich dann rechtfertigen, wenn durch eine geeignete Architektur die volle und die abgespeckte Server-Variante zusammen entwickelt werden könnten.

3.3 Vorsorgliches Laden von Daten

Zugriffe auf statischen Inhalt oder auch auf Stammdaten lassen sich vermeiden, wenn diese Daten bei einem früheren Zugriff sozusagen auf Verdacht mitgeschickt werden. Dadurch erhöht sich zwar der Umfang dieses Zugriffs, aber die Übertragungslatenz fällt nicht separat an.

Häufig angewandt wird diese Technik bei hierarchischen Menüs, von denen zunächst nur die höchste Ebene angezeigt wird und die anderen Ebenen durch Anklicken aufgeklappt werden. Damit nicht bei jedem Klick der betreffende Menüzweig nachgeladen werden muss, wird das komplette Menü sofort geladen, wobei jedoch die tieferen Ebenen zunächst verborgen bleiben. Das Verbergen kann durch geeignete CSS-Styles geschehen, die beim Anklicken dynamisch umgesetzt werden.

Ein ähnliches Beispiel sind kaskadenartig voneinander abhängige Auswahllisten, bei denen die Auswahlmöglichkeiten von der bereits getätigten Auswahl in anderen Listen abhängen (Beispiel: Auswahl eines Landes, dann Auswahl einer Provinz im gewählten Land usw.). Hier kann dieselbe Technik zum Einsatz kommen, wobei entweder die abhängigen Listen dynamisch über JavaScript befüllt werden oder von mehreren Listen immer nur eine dargestellt und die anderen durch CSS verborgen werden.

Die Nutzung solcher vorsorglich geladener Daten erfordert immer ein aktives Element in den HTML-Seiten, also eine Veränderung nach Abschluss des ersten Seitenaufbaus. Dieses aktive Element kann in JavaScript/Ajax oder einer proprietären Technik wie Flex, Flash oder ShockWave von der Firma Adobe bestehen. Alle diese Techniken ermöglichen es auch, bei hierarchischen Daten zunächst nur die erste nicht sichtbare Ebene vorauszuladen und weitere Ebenen nachzuladen, während der Benutzer – hoffentlich – noch mit der soeben geöffneten Ebene beschäftigt ist.

3.4 Beschleunigung des Seitenaufbaus

Die beschriebenen Techniken helfen zwar, die Ansammlung von Latenzzeiten in Grenzen zu halten, können sie aber nicht unter bestimmte Grenzen drücken, die von der Physik und von der Leistungsfähigkeit der Geräte gesetzt werden. Umso wichtiger ist es, dass nicht noch weitere Wartezeiten hinzukommen. Solche Zeiten können beim Aufbau großer HTML-Seiten im Browser entstehen, zum Beispiel von langen Tabellen mit Abfrageergebnissen.

Wenn der Browser den Aufbau einer Tabelle, vor allem die Breiten der Spalten, am Inhalt ausrichten muss, kann er die gesamte Tabelle erst nach Erhalt und Verarbeitung des gesamten Inhalts anzeigen. Mit etwas Unterstützung kann er die Tabellenzeilen nach und nach anzeigen, während er sie vom Server erhält. Dazu braucht er Zusatzinformationen über die Spaltenbreiten, die mithilfe der HTML-Marken *colgroup* und *col* angegeben werden. Wenn der Browser diese Informationen richtig auswertet, kann sich die subjektiv erlebte Reaktion des Systems deutlich verbessern. Allerdings ist die Auswertung bei verschiedenen Browser-Typen unterschiedlich.

Das Phänomen, dass große Teile einer HTML-Seite erst nach vollständiger Datenübertragung erscheinen, tritt auch auf, wenn größere Seitenelemente wie Textabsätze und Bilder durch Einbetten in Tabellen angeordnet werden. Diese Technik sollte vermieden werden. Die gewünschte Wirkung lässt sich fast immer auch durch CSS-Style-Sheets erzielen.

Allgemein sollte der Benutzer möglichst sofort nach dem Eintreffen der Server-Antwort eine sichtbare Reaktion des Systems erhalten, damit die Wartezeit nicht noch auf Client-Seite erhöht wird. Noch besser ist es, wenn bereits in der Wartezeit eine Reaktion erscheint, die bestätigt, dass die Anfrage an den Server abgeschickt wurde und bearbeitet wird. Das ist möglich durch den Einsatz von JavaScript, mit dem sich zum Beispiel ein Warte-Mauszeiger oder auch ein Bestätigungstext anzeigen lässt. Besonders nützlich ist diese Technik, wenn der verwendete Browser das Warten auf eine Server-Antwort nicht oder nicht zuverlässig anzeigt. Nielsen (Nielsen 1994) empfiehlt eine solche graphische Rückmeldung bereits bei Wartezeiten ab 0,1 Sekunden, also einer Zeit, die bei großem Client-Server-Abstand zwangsläufig überschritten wird.

Bild 6 zeigt mehrere Möglichkeiten, über JavaScript dem Benutzer sofort optisch zu melden, dass seine Anfrage angenommen wurde: a) wird der Mauszeiger auf der Sendeschaltfläche zu einem Wartesymbol (Uhr, Sanduhr usw.) gemacht, b) wird die Schaltfläche deaktiviert, sodass ihr Aussehen sich ändert und außerdem ein versehentliches doppeltes Senden gar nicht möglich ist, und c) wird die Farbe des Dialogs geändert. Eine solche Häufung von Hinweisen würde in der Praxis natürlich übertrieben wirken.

Schaltfläche zum Absenden	`<input type="button" onclick="javascript:senden(this);" value="los"/>`
JavaScript-Funktion zum Absenden: a) Wartesymbol b) Deaktivieren c) andere Farbe	`function senden(ausloeser) { ausloeser.style.cursor="wait"; // a) ausloeser.disabled = true; // b) document.bgColor = "lightBlue"; // c) document.forms[0].submit(); }`

Bild 6 *Optische Bestätigung des Absendens*

3.5 Lokale Interaktion

Während die bisher beschriebenen Techniken darauf abzielen, die Häufung von Latenzzeiten in einer Transaktion zu verhindern, lässt sich die Verbindungslatenz komplett einsparen, wenn die Aktion auf den Client verlegt werden kann. Das ist möglich durch den Einsatz von JavaScript, wenn kein Zugriff auf die zentralen persistenten Daten erforderlich ist. Ein klassisches Beispiel ist die formale Überprüfung (Validierung) von Eingabedaten; sie ermöglicht es, Fehler bei der Eingabe (z. B. Buchstaben in einer Zahl) ohne Server-Zugriff zu erkennen und zurückzuweisen.

Das Validierungsmodul des Oberflächen-Frameworks Struts (siehe Husted/Dumoulin/Franciscus/Winterfeldt 2002) erzeugt in HTML-Dialogen automatisch geeignete JavaScript-Methoden, um die enthaltenen Eingabefelder zu validieren. Da diese Methoden den Umfang der Dialoge aufblähen, ist es auch möglich, sie in statische JavaScript-Dateien auszulagern. Diese sollten mit den Techniken aus Abschnitt 3.1.2 und Bild 4 behandelt werden, um eine Rückkehr der Latenz durch die Hintertür zu vermeiden.

Außer über JavaScript ist lokale Interaktion mithilfe von Browser-Plug-Ins möglich, die proprietäre Sprachen interpretieren, etwa die erwähnten der Firma Adobe.

3.6 Asynchrone Kommunikation

Die Latenzzeit der Netzverbindung wird vom Benutzer nur bei synchroner Kommunikation als Wartezeit wahrgenommen, also dann, wenn der Benutzer nach dem Absenden einer Anfrage tatsächlich auf das Ergebnis „wartet". Während der Benutzer einen Dialog ausfüllt, besteht jedoch die Möglichkeit, die getätigten Teileingaben bereits für Anfragen beim Server zu nutzen. So weit diese Zeit zur „Denkzeit" des Benutzers gehört, wird sie nicht als Wartezeit wahrgenommen, wenn die Kommunikation asynchron erfolgt, also weitere Aktionen des Benutzers nicht blockiert werden.

Auf diese Weise können während des Ausfüllens eines größeren Formulars im Hintergrund die bereits ausgefüllten Felder validiert und aufgrund der gemachten Eingaben Vorschlagstexte für noch unausgefüllte Felder angeboten werden. Bei der Eingabe einer Adresse könnte etwa nach Eingabe der Postleitzahl der Ort automatisch bestimmt und angezeigt werden, während der Anwender noch Straße und Hausnummer erfasst. Er hät-

te dann nur die Aufgabe, die angezeigte Ortsangabe zu prüfen und ggf. die Postleitzahl zu korrigieren.

Diese Technik wird im Rahmen von Ajax (Asynchronous JavaScript And XML) eingesetzt, um dem Benutzer im Idealfall ein nahezu latenzfreies System vorzuspiegeln. Siehe zum Beispiel Bergmann/Bormann 2005.

4 *Praktische Auswertung*

Mehrere der beschriebenen Techniken wurden vor einiger Zeit in einem vertrieblichen Informationssystem eines Automobilherstellers eingeführt, vor allem der Wegfall von Rahmen, die Einsparung von Grafiken und die verbesserte Unterstützung des Caching. Nicht eingesetzt wurde die Replizierung des statischen Inhalts, da sich infolge des hohen Anteils an Daueranwendern das client-seitige Caching als ausreichend erwies. Der Einsatz von JavaScript für lokale Interaktion wurde auf ein geringes Maß begrenzt, um die Browser-Abhängigkeit und den Testaufwand in Grenzen zu halten.

Es zeigte sich, dass das durch den Wegfall der Rahmen-Technik teilweise erhöhte Datenvolumen kaum ins Gewicht fiel, da nahezu alle Teilnehmer über ausreichende Verbindungskapazität verfügten. Dagegen macht sich die Reduzierung der Zahl der Zugriffe sehr positiv bemerkbar. Anwender aus anderen Kontinenten, die zuvor über lange Reaktionszeiten geklagt hatten, waren mit dem geänderten System sehr zufrieden.

Als wichtig stellte es sich heraus, die Caching-Einstellung der verwendeten Browser zu prüfen, da durch zu strenge Einstellungen ein Caching verhindert werden kann. So befindet sich unter den Einstellungen des Microsoft Internet Explorer der Punkt „verschlüsselte Seiten nicht auf Festplatte speichern"; er ist standardmäßig aktiviert, da man bei gesicherten Verbindungen von einem erhöhten Schutzbedürfnis auch auf dem lokalen PC ausgeht, und führt dazu, dass bei Einsatz des gesicherten Protokolls HTTPS kein lokales Caching erfolgt. Daher wurden den Anwendern genaue Vorgehensweisen zur Einstellung des Cachings zur Verfügung gestellt. Auf das Risiko, dass im Cache ungesicherte Kopien vertraulicher Dokumente verbleiben können, wurde hingewiesen.

5 *Zusammenfassende Schlussfolgerungen*

Bei HTTP-Zugriffen auf dialog-orientierte Anwendungen über große Entfernungen machen sich die hohen Latenzzeiten störend bemerkbar. Der Einsatz breitbandiger Leitungen verbessert die Leitungslatenz in der Regel nicht. Es gibt aber Techniken, um die Anzahl der Server-Zugriffe zu verringern und dadurch häufig deutlich schnelleren Reaktionszeiten zu erzielen. Diese Techniken unterscheiden sich von den Techniken zur Reduzierung des Datenumfangs, die häufig bei der Optimierung von Netzauftritten eingesetzt werden. Für mehrere dieser Techniken sind aktive Elemente auf Client-Seite, etwa in Form von JavaScript, Voraussetzung.

Schrifttum

Bergmann, O., Bormann, C: *AJAX - Frische Ansätze für das Web-Design.* ISPC TEIA Lehrbuch Verlag, Berlin 2005.

Buyya, R., Pathan, M., Vakali, A: *Content Delivery Networks.* Springer-Verlag, August 2008.

Fabbi, M: *Latency: The silent killer of application performance.* Gartner Research Note. 14. September 2004.

Gousios, G., Karakoidas, V., Spinellis, D: Tuning Java's memory manager for high performance server applications, Alexios Zavras (Hrsg.), *Proceedings of the 5th International System Administration and Network Engineering Conference SANE 06*, 69–83. NLUUG, Stichting SANE, Mai 2006.

Husted, T., Dumoulin, C., Franciscus, G., Winterfeldt, D: *Struts in Action.* Manning, Greenwich, 2002.

Henderson, C: *Serving Javascript Fast.* Thinkvitamin.com, 2006. http://ap-project.org/Russian/Article/View/55/English_translation/

King, A. B: *Speed Up Your Site: Web Site Optimization*, New Riders Publishing, Indianapolis, 2003.

Meyer, E. *A: Cascading Style Sheets – Das umfassende Handbuch*, deutsch von J. W. Lang, O'Reilly Verlag, Köln, 2005.

Nielsen, J: *Usability Engineering*, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1994.

Nielsen, J: *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity.* New Riders Publishing, Indianapolis, 2000.

The „data" URL scheme. **RFC 2397**. Siehe: http://tools.ietf.org/html/rfc2397

Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. **RFC 2616**. Siehe: http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616.html

Rollman, R: *Data Binding in Dynamic HTML*, Microsoft Internet Developer, Juli 1997.

Skorupa, J: *BOBs help you make the most of branch office WANs.* Gartner Research, ID G00131307. 14. Dezember 2005.

Symantec survey reveals that application performance slowdowns result in lost business. http://www.symantec.com/about/news/release/article.jsp?prid=20060829_01

Westermann, E: *Learn XML in a weekend*, Muska & Lipman, Cincinnati, 2002.

Alle angegebenen URLs wurden im Januar 2011 kontrolliert.

Eingegangen 2011-01-08

Anschrift des Autors: OProf. Dr. rer. nat. Reinhard Fößmeier, Rahel-Straus-Weg 19, DE - 81673 München. Netzpost: reinhard@foessmeier.name

Respondo- kaj atendotempoj en retaj aplikaĵoj (Resumo)
Ŝlosilaj vortoj: Distribuitaj aplikaĵoj, atendotempo, TTT, optimumigo.
Resumo: Estas prezentata repertuaro da metodoj por optimumigi retajn aplikaĵojn koncerne atendotempojn. Precipe ĉe grandaj distancoj inter la koncernataj komputiloj eblas signifa plibonigo de la respondemo. Parto de la metodoj estas aplikebla al jam ekzistantaj aplikaĵoj.

Latency and waiting times in web applications (Summary).
Keywords: Distributed applications, latency, web, optimization.
Abstract: Designers of web applications are given a catalogue of techniques to optimize their applications for latency. Significant improvement of responsiveness, especially over large distances between the computers involved, is possible. Part of these techniques is applicable to existing applications.

grkg / Humankybernetik
Band 52 · Heft 1 (2011)
Akademia Libroservo / IfK

Methodological problems of measurement of quality of education

by Eva POLÁKOVÁ, University of Trnava, Slovak Republic

1 Definition of concepts: evaluation, quality, efficiency and effectiveness

Nowadays, more than ever before, we are dealing with the concept of quality, efficiency and effectiveness of education. Still, it is understood differently, depending on the chosen paradigm and methodological approach of an author. Educational axiology or pedagogical evaluation studies the contents of the above-mentioned concepts within pedagogy. The different authors explain them differently, in accordance with the sphere they deal with. Pedagogical evaluation is generally accepted as the theory of classifiable, measurable pedagogical phenomena and at the same time, as the methodology of this classification. At present, in the sphere of evaluation there have been several areas itemized, such as the evaluation of educational needs, programs, educational environment, the evaluation of education (learning and tuition), education results (on the basis of standards), the evaluation of activities and productivity of schools, etc. (see Průcha 1997).

The concept of quality involves mainly the comparing aspect. This concept is understood in the broadest sense. It can be defined e.g. as the set of the complete educational activities of the tuition system resulted in the general change of a learner in accordance with the objectives of education.

The concepts of effectiveness and efficiency are defined more narrowly and more precisely. Effectiveness has already been defined by e.g. Skalková (1984, p. 18). Her definition is based on the system analysis: "... the question of effectiveness of the educational process consists in the reach of the most favourable interrelation of the basic components, i.e. objectives, contents, interrelationship of a teacher, learner and conditions, where this process is carried out."

In the pedagogical practice the effectiveness of the tuition/learning process is influenced by besides the objective and contents, also by a teacher's personality, his/her utilization of the appropriate didactic means – methods and forms, the usage of tuition aids and didactic technique. Recently, the measurement of effectiveness, i.e. the measurement of quality of education, which is studied by educometry, is being stressed. This refers to the measurement of educational results, so called the measurable pedagogical evaluation, i.e. the complex of methodical approaches and methods aimed at the objective or objectified evaluation, or the measurement of quality of education. Here the concepts of results and effects are adopted according to Průcha's definition: (Průcha, J. 1997, p. 364 and 365): „ The results of education (also tuition/learning results) are the characteristics of immediate changes which arise on the side of learning subjects with the influence of the certain curricular contents. The results are in the form of cognitive, cognitive – motoric and cognitive – affective features. The effects of education are the

consequences (effects) caused with individuals and in the whole society by the effects of the results of education. The effects of education have the long-term character, sometimes even lifelong duration and it is very difficult to inquire or measure them."

The concept of efficiency is generally understood as the ratio of the final effect and expenses – resources.

In education we take into consideration in the final effect as minimum two aspects: economic and social.

- Economic efficiency of education is expressed by:

- the increase of creation of utility values (which depends on the quality of labour force, i.e. on education),
- the rise of working time (depending on the type of work – qualified, unqualified, i.e. on education),
- the increase of productivity of labour (trained, untrained, qualified and unqualified specialists, etc.),
- the increase of value of industrial goods (influence and advantage of education),
- the improvement of qualitative results of reproduction process.

- Social effects of education are expressed by:

- the formation of a learner in all components of "global education",
- the formation of cognitive abilities of a learner,
- the creation of optimum cultural – social structure of society.

The expenses on education involve:

- The corporate expenses on education (there is the link of interrelated influence between those expenses and gross domestic product).
- The expenses on educational system (including modernization and innovation of the system).
- The particular expenses on the tuition of a qualified employee (distinguished according to the individual levels and types of tuition) – this includes the number of non-capital expenditures on education, e.g. salaries, etc. (Poláková, 1999).

Recently, in definition of education efficiency concept, the concept of accountability has been discussed. Š. Švec (1995, p. 163) defines it: "The educational accountability, the billable (personalized) responsibility of an educational institution for the quality of provided services and results of education, as well as for the constitutional organisations, the tax-payers (mainly parents), the participants of education and other participating representatives, in order to prove the balance adequacy of the provided funds on the controlled target performances."

It is clear from this definition that at present the concept of accountability acquires the principle meaning for the further study of the problems of the efficiency of education that is becoming very important especially for educational technology.

The efficiency of the educational system (or its components) is studied from the point of view of the following criteria:

1. To what extent the system is able to achieve the planned objectives.
2. What is the short-term and long-term result of education from the point of view of "the global education" of a learner, i.e. the complex of attitudes and features, knowledge and skills of a subject (by the comparison of the input and output state).

3. What kind of change has happened in the qualitative and quantitative parameters of education:

a) in the quantity of information, instructions, repetitions, operations, etc. needed to reach the goal,

b) in the psychological characteristics – the duration and intensity of a required activity, stress, fatigue, the output of energy, etc.,

c) in subject's experience characteristics (emotions, attitudes, etc.)

4. What are the expenses on education

2 Methodological problems

If we want to measure the quality of education or tuition, we have to think first of some methodological problems.

The methodology of science – as defined by Š. Švec (1998, p.48) is "an applied science about the principles, strategies, procedures, books and norms of the functioning and development of the objective cognition and the practical transformation". The general methodology of science is divided into two basic types – the methodology of the scientific research preferring the exact measurement, i.e. the acquisition and processing of the quantitative data and the methodology of the humanistic research using the qualitative approaches and procedures.

The methodology of a particular science – in this case – pedagogy or the educational technology is given by the chosen paradigm. It cannot be stated that the pedagogy is built on the uniform paradigm neither in our country, nor in Europe. In the modern pedagogy – as J. Průcha (1997) assumes – despite of the different opinions there still is a kind of the main stream of the scientific work coming closer to positivism, though enriched by the elements of other, competitive paradigms. Within the scientific plurality the principle of complementarity has started to be applied more often in pedagogy. It means, that the educationists realize the selected paradigm allows the research and description of only a part of reality and on the basis of this study the final view of reality is not correct definitely. We come to the knowledge that there exists space for other, although antagonistic ways of the cognition of reality, which leads to the cognition of the whole complex. In our pedagogy the principle of complementarity is supported by e.g. Š. Švec. In his "Methodology of sciences about education" he writes that nowadays, in the educational sciences there are applied "two complementary cultures – scientific and humanistic" (Švec, 1998, p.27). While studying the subject of these sciences it is necessary to develop equally the methodology of research, development and assessment and also apply the systemic approach.

The above-mentioned educational technology, dealing with tuition objectivity arises from positivism, especially from the paradigm of neo-functionalism, as it tries to prove the validity of its theory, mainly, by the exact scientific means. In its methodology it uses also reductionalism in the constructions of mathematical, formal-logical and other appropriate models, as well as the results of the systemic theory. Therefore, just this paradigm is destined as the basic resource of the evaluation of education, tuition and teaching, thanks to its scientific conception.

Then, the educational technology can be considered as the tool of the practical measurement of quality and efficiency of education.

The educational technology studies education, particularly – its technology, i.e. the technology of planning, performance and evaluation of tuition. The goal is the rationalization, optimisation and objectification of education. The content of the educational technology consists of the interrelations between the elements of education, mainly those, which are limiting objectification (in the sense of the exchanging the human element for non-personal) of education at all levels.

As the educational technology is based on the systemic, cybernetic, informational and cognitive approach to the organization, performance and evaluation of the educational process, therefore it uses the appropriate research methods. It is e.g. Cartesian method of analysis enriched by the synthesis in the systemic sense, the methods of modelling and simulation, the mathematical models of measurement and evaluation. Depending on the particular conditions, the character of research and needs, it is possible to say that the educational technology takes into account also the stochastic elements of education and it uses the qualitative methods of hermeneutics, mainly in the evaluation of the planned objectives, which cannot be operationalized.

2.1Methodical problems

The pedagogical evaluation, as we have mentioned above, is the pedagogical as well as technological problem. In its solution the systemic approach along with the mathematical methods and the methods of modelling have been applied successfully.

They allow us to measure the individual components of the educational results and effects in the first step on the basis of Cartesian method. In the practice the results of the particular elements of education are being measured mostly, unfortunately, the evaluators do not carry out the complete synthesis of the particular results in the most evaluative instances. This trend is obvious, when we realize that the relations between the elements of education are very complex and it is not easy to determine definitely what are the dependent variables and independent variables in the complete pedagogical space. Therefore, it has been proved to advance in the systemic way and at the same time to use the different methods of studying the efficiency of education complementarity.

We can proceed by creation of a certain standardized model, which is then compared with the particular achieved results. Where the results of education allow to be measured by the operationalized performances there the knowledge tests are being used predominantly, and the current situation is compared with the final criterion. More correct is the approach in which pre-and post- tests are carried out and the acquisition of knowledge of the learners is measured. In the pedagogical practice, the approach is not strictly evaluative, as the pre-tests mostly have a different content than the post-tests. In this case it is impossible to determine the real acquisition of knowledge just its current state. If we use the same tests, the acquisition of knowledge equals the accepted didactic information during the tuition. The acquisition can be calculated as the share of the initial and final "unknowingness" or the temporal aspect of performance can be taken into consideration in the calculation. (See Frank, 1999 – 2)

In the case of the non-operationalized objectives it is necessary to divide the educational situation into the particular elements in the systemic way. These elements should be studied by both the quantitative and qualitative methods. Therefore, the appropriate tool of the objective evaluation can be the educational technology and its methodological means. The utilization of the particular methods and their suitable combination depend on the particular object of study. In the process of the research, a researcher reacts flexibly to the results of a feedback and uses promptly other methods with the aim to obtain the most objective result.

As an example of the combined utilization of methods can serve the research of the efficiency of textbooks carried out in the Research Institute of Pedagogy in Bratislava in 1992 – 1998. There, besides the exact methods of research of the text difficulty of the textbooks, by using Nestler´s and Mistrík´s methods, also the questionnaire method studying the opinions of the users (teachers, learners) was used.[1] (See also Poláková, 1993, 1993a)

The other method determining the difficulty level of the curriculum content (depending on the difficulty of the used language style and on the level of the language repertoire of a recipient) is the cybernetic method, developed by K. Weltner (4). This method proves a high reliability and objectivity. Its principle consists in the comparison of the size of information being contained in the text for "a specialist" and "a non-specialist". A so-called "didactic information" is being determined, i.e. the information of pragmatic curricular content. It is the measure of the range of the curriculum, and the acquisition of learning correlates highly with the measurement done by using tests.

3 The problems in the research of education effectivity

As we have mentioned in the introduction, the research of education effectivity concentrates mainly on the measurement of the educational results (i.e. what a learner has learnt) in the sphere of knowledge, skills and affective characteristics of learners. These measurements can be carried out at all educational levels, i.e. at micro- (learning), mezzo- (teaching) and macro- (educational system) – levels and the results are synthesized and compared.

Four priority trends of the pedagogical research in the West Europe were identified by the analysis of the research publications (J. Průcha, 1997) according to the content of the published research: the relationship between education and work, the social aspects of education, the explanation and intensification of teaching (through other media) and the evaluative research (the measurement of results and educational effects). It is clear that the research of education evaluation in all its components is still topical and prospective. In the following part we will concentrate only on the problems related mainly to the educational practice.

3.1 The problems of the variables determination

While studying the effectivity of education, particularly of tuition (teaching, learning), we have to take into account many elements, which influence the education. In the

[1] Poláková, E.: Methodics of evaluation of pedagogical value of textbooks and teaching tools. Project of RJP Bratislava, 1992.

research it is necessary to determine the constants, which depend on the given conditions and those, which cannot be changed (independent or "given"). The validity of our measurement depends on this elementary assumption. The decision can be made easier by e.g. the application of the Cartesian partition of the complete real situation of the teaching system, which was divided by Heimann (1962) into 6 components: P – psychostructure (the inner state of the learning system), S – sociostructure (the outer conditions of teaching), L – curriculum (content of teaching/learning), Z – the objective of tuition, B – the way of tuition (algorithm of a method, form), M – medium (operation objects). We can imagine the teaching situation as a point in the six-dimensional pedagogical space with the coordinates (B, L, M, P, S, Z), where each of them can be a function of the other five variables. In the practice it is important to minimize the number of the dependent variables and the results should be tested statistically depending on the correlative relations, or the contingent tests.

3.2 The problems of the educational performance testing

As we have mentioned above, the educational quality is being evaluated by the measure of the achievement of the planned educational performances, which should be measured in some way. According to the 4-scale qualification of the educational objectives into affective, cognitive, psychomotoric and creative, it is clear that not all planned objectives (i.e. the measure of the achieved educational performances) can be evaluated objectively by the measurable criteria and standards, defined in the concepts of a performance (through answers, tasks solving, activity results, etc.). It is even more difficult when the achieved performances (mainly in research) are being evaluated according to our traditional school habits – by using a certain numerical scale. Each of those scales, independently on the selected range (e.g.: 1 – 5, 1 – 3, or passed – failed) and the sort of the measured performance (written, oral, practical) can have the significant shortcomings: it is impossible to determine objectively the scope of the interval between the particular marks. It is possible only to express the comparison of the relations >, < or better, worse. This is the discrete variable, where the identification of the average value does not the practical meaning. In spit of that, the teachers and researchers enumerate the average value of a mark quite often and they use it for the evaluation, which will be, according to this scale, mostly subjective. If two teachers will evaluate by using the numerically same scale, but distributed differently, the same average mark will not have the same objective value.

When the teachers use the average marks from the quantitative different inputs the evaluation is even more subjective. It is clear that not only a mark but also mainly "an average mark" is considerably subjective and it is not the appropriate measure for the evaluation of the learning performances of a learner.

We should not pay attention to the questions referring to the evaluation of the measure of the achievement of the affective and creative goals, as there is also the problem of the setting of the performance criteria, because the performance is difficult to measure. Within psychomotor goals, the performance of the students can be evaluated on the basis of actual results of their activities, which we are tuition within a theme (e.g. making of a

particular product) – but even here the evaluation cannot be fully objective because together with performance we also evaluate the number of effective and creative elements.

Let's concentrate on possible problems during measuring the degree of achieved cognitive goals, which mostly occur during written examinations.

1. In open written questions with free answers, it is often unclear what the student meant to express.

2. On the other hand – also some questions, which were formulated by the teacher are not explicit and evoke doubts in a student, who does not exactly know what the teacher wanted to know.

3. In closed questions (form of a test), we cannot exclude doubts that the student just guessed the answer without knowing it exactly.

4. If the test is not standardized, we can doubt, if the questions are, according to the single parts of the curriculum, proportionally correctly distributed in the test.

5. It is also doubtful, whether the questions equally formally evaluated are of the same difficulty level and equally important from the point of view of the curriculum content.

We offer following possibilities how to eliminate some of the above-mentioned doubts:

The researcher decides, that he uses in a test questions with several equally probable answers, from which only one is correct. During evaluation, he has to make a mathematical correction according to the probability of guessing the right answer that means, he has to reduce the result by the possible incorrect result because of guessing.

He can decide to use non-standardized tests with selective answer (to eliminate problems mentioned in 1 and 2). He has then to reduce also the doubts resulting from 3 and 4 in a way that he includes enough questions into the test, which will be the content negation of the correct answer. The correlation between such differently formulated questions expressing the same knowledge will show us whether the student has just guessed the answer, or whether he really has the knowledge.

A partial solution could be the standardized didactic tests, which expert creation has been stopped, but is in process again. However, the evaluation of such test should also be improved. It is because of the fact that the application of Gauss curve of normal taking apart is still the most used in evaluation, although grades and knowledge are not continuous parameters. Therefore, we think that if we want to eliminate the problem of evaluating the performance of students at schools connected with grading, we have to put our minds not only to creation of "optimal standards" and performance criteria but also to creation of standardized test with an objective and formally correct grading scale.

4. Conclusion

We would like to remind you again that the effectiveness of education is being determined by comparing inputs, i.e. the condition before the process, and outputs – the condition at the end of the education process. The outputs include the result (immediate changes noticed by educated subjects caused by certain curriculum contents) as well as effects of education (implications caused by results). Pedagogy is of course more interested in curriculum contents, and according to the levels of mastering them it judges the

quality of education. Finally we also have to consider all effects, which according to Windham (1988) include:

- the approach of graduates of various kinds and types of schools towards further education,
- success in occupation,
- income rate and life career,
- attitudes and activities in various spheres of life practice,
- satisfaction with life and profession
- consumer behavior

They include economic as well as non-economic, and social effects. Of course, we cannot forget the significant difference between determining the effectiveness from the point of view of cognitive and economic aspects, and determining affective results and social effects of education, especially from the methodological point of view. In regard to a wide range of described problem we aimed to provide only a certain view into a particular part of the evaluation process of quality and effectiveness of education.

Literature

Frank, H.: *Klerigkibernetiko/Bildungskybernetik.* Nitra: SAIS,1999. (Second edition)

Poláková, E. : *K niektorým problémom efektívnosti vzdelávania.* Nitra: PF UKF, 1999.

Poláková, E.: *Posudzovanie a tvorba učebníc z hľadiska ich didaktickej efektívnosti.* Collection MEDACTA – 1. Nitra: VŠPg, 1993.

Poláková, E.: *Úvod do technológie vzdelávania.* Bratislava: ASCO 1997.

Poláková, E.: Výskum a tvorba učebníc. In: *Technológia vzdelávania* I.-1/93, p. 5. Nitra: Slovdidac, 1993a.

Poláková, E.: *Mezurado de efektiveco de distanca studado.* GrKG 51/4/2010, p. 166-176

Průcha, J.: *Moderní pedagogika.* Praha: Portál, 1997.

Průcha, J.: *Pedagogické teorie a výzkumy na západě.* Praha: UK, 1992.

Turek, I. : *Zvyšovanie efektívnosti vyučovania.* Bratislava: EDUKÁCIA, 1998.

Weltner, K.: Zur Bestimmung der subjektiven Information durch Ratetests. In: *Praxis und Perspektiven des Programierten Unterrichts.* Bd.2. Schnelle: Quickborn, 1987, s. 69-74.

Windham, D. M.: Effectivenes Indicators in the Economic Analysis of Educational Activities. In: *International journal of Educational Research.* 12/1988, No. 6.

Received 2011-01-10

Address of the author: Doc. PaedDr. Eva Poláková, Fakulta masmediálnej komunikácie, Univerzita Sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Námestie Jozefa Herdu 1, SK - 91701 Trnava. E-mail: eva.polakova@scc.sk

Metodologiaj problemoj de mezurado de edukad-kvalito (Resumo)

La konceptoj de kvalito, efikeco kaj efektiveco de edukado estas diverse komprenataj depende de la elektita paradigmo kaj metodologia aliro. Krom la ekonomia flanko de la mezurado gravas la aliro de moderna pedagogio, proksima al pozitivismo. Ene de ĝi estas subtenata ĉefe la principo de komplementeco. Ne malpli gravas la rolo de klerigteknologio, bazita sur la sistema kibenetika, informeca kaj kognitiva aliro. Ĝi ofertas i.a. normigitan instrumodelon bazitan sur ses variebloj kaj sistemon de testado, ebligantan mezuri la klerecinkrementon. Aliaj kibernetikaj metodoj eliras el komparo de grandecoj de informacio. La praktika flanko entenas diversajn tipojn de testoj, kies optimumigo kaj normigo strebas laŭeble plej grandan objektivecon.

grkg / Humankybernetik
Band 52 · Heft 1 (2011)
Akademia Libroservo / IfK

Valideco de demandilo

de Zdeněk PŮLPÁN, Univerzita Hradec Králové (CZ)

1 Enkonduko

Se oni akiras informon el speciale konstruita demandilo, tiam la demandilo estas mezurada rimedo kaj kune kun la kondiĉoj kaj metodoj de valorigo ĝi ankaŭ estas normo, al kiu rilatas ĉiuj eldiroj pri la mezurado. Ebloj kaj vasteco de interpretado de la mezurado pere de demandilo dum certaj, pli precize starigitaj cirkonstancoj, estas kondiĉitaj per la demadila valideco. *Valideco estas mezuro de kvalito de la rilato inter demandilo, pridemandata populacio, kondiĉoj kaj intenco de la esplorado.* La demandilo estas des pli valida, ju pli bone ĝi dum la starigitaj cirkonstancoj mezuras nur tion, kion ĝi devas mezuri, ne ion kroman aŭ alian (Půlpán 2004, p. 47; Komenda-Mazuchová 1995, p. 21).

Ekzistas provoj taksi la validecon de demandilo pere de ununura cifera indikilo akirita ĉefe empirie, ekzemple statistike. Tiun taskon povas plenumi kaj la rezultoj de demandilo ĉe elekto de la pridemandata populacio aŭ la datenoj el ekspertaj taksoj (precipe ĉe la valideco kriteria aŭ predikcia). Montriĝas tamen, ke pli fidinda maniero taksi validecon de la demandilo kondukas al ties kompleta kaj multflanka analizo (ĉefe en la kazo de valideco enhava, resp. nocia). Apriora kvalita analizo ne ebligas starigi la postulatan kvantan indikilon. Malavantaĝo de empiriaj metodoj, kiuj tamen ofte kondukas al la postulata kvanta indikilo, estas ilies unuflankeco (la indikilo pritaksas nur unu specifan flankon de la afero) kaj dependeco de la eksperimenta komplekso, en kiu la valideco veriĝas.

En la sekva artikolo estas proponata unu kompromisa, kvalite-kvanta metodo, deduktita de la Hellinger-a divergenco de du statistikaj distribuoj (komparu Půlpán 2006, p. 35 (56)).

2 Metodoj taksantaj validecon de la demandilo

Kvalita pritaksado de la valideco antaŭvidas difinadon de atributoj de la esplorata kvalito kaj takson de ilia efiko al la rezulto de la demandilo (kiu estas reprezentata aŭ per kompleta brutta poentaro aŭ nur per distribuo de oftecoj en unuopaj demanderoj) en la reprezenta populacio. La validecon oni poste taksas kiel mezuron de la antaŭvidata influo de la esplorata kvalito (reprezentata per la atributoj) al la rezulto de la demandilo en kategorioj ekzemple malalta, meza, alta.

Dum takso de la *enhava valideco,* bazaj elementoj de la enhavo estas la atributoj. En demandilaj eroj devas esti en certa proporcio reprezentataj bazaj elementoj de la semantika strukturo (bazaj nocioj kaj la rilatoj inter ili). Tiucele oni uzas diversajn teknikojn de bildigaj elementoj de la semantika strukturo (ekzemple orientitaj multgrafikaĵoj, algebra teorio de rilatoj ktp.).

Dum takso de la *kriteria valideco* povas esti disponigita modela, sufiĉe valida demandilo, laŭ kiu la valideco de la konstruota demandilo estas taksata unue per serĉado kaj poste per komparado de la koncernaj eroj. Tiamaniere evidentigata valideco estas pritakso pri mezuro de simileco (el la vidpunkto de certa sistemo de atributoj) de la demandilo kreata aŭ verigata kun la demandilo referenca, sufiĉe valida. Alifoje povas kiel kriterio servi aro da certaj postuloj, kies plenumon devas la donita demandilo verigi.

Se oni postulas, ke la demandilo ĝuste identigu la esploratan kvaliton ene de la aro da tiuj, kiuj devas posedi ĝin (t. e. ke la demandilo estu sufiĉe *sentiva*) kaj ke ĝi ankaŭ ĝuste identigu tiujn, kiuj ne posedu la esploratan kvaliton, oni serĉas tian elekton de poentumado de la demandilo, kiu diferencigas ambaŭ kategoriojn de respondentoj.

Oni povas ankaŭ esplori la tiel nomatan similecon, resp. malsimilecon de du demandiloj el certaj vidpunktoj: tiam oni parolas pri *konvergenca valideco*, kiu cetere taksas *sentivon*, aŭ pri *divergenca valideco*, kiu taksas *specifecon* de la demandilo.

Kelkaj aspektoj de la valideco estas tamen stimeblaj ankaŭ *laŭkvante* (vidu Půlpán 2004, p. 47). Enhavan validecon oni povas determini nur pere de ekspertaj taksoj, kiuj pritaksas la reprezentecon de la aro da demanderoj. Objekto de la statistika esploro aŭ de la svaga aliro estas sekve la ekspertaj prijuĝoj. El la nuraj ekspertaj stimoj oni povas eliri en la kazo de *konstrukta* aŭ *teoria valideco*.

La ekspertoj pritaksas, kiamaniere la demandilo respegulas certajn atributojn (kiuj povas esti ekzemple psikologiaj karakterizaĵoj kiel angoro, timo, labileco ...). Kvante oni povas stimi la mezuron de koincido aŭ malkoincido de la decidoj kaj surbaze de tio antaŭvidi la nivelon de unusignifeco de la eksperta takso.

Pere de metodoj de la regresa analizo oni povas esplori la t. n. *predikcian validecon*. Predikcia valideco kompreniĝas kiel kapablo de la demandilo antaŭvidi certajn estontajn aferojn. Dum aplikado de du diversaj demandiloj (kun la sama populacio kaj dum la samaj kondiĉoj), el kiuj unu estas sufiĉe valida, eblas stimi la validecon de la dua ekzemple surbaze de la reciproka korelacio de la rezultoj (tiel oni pritaksas unu aspekton de la konvergenca valideco).

3 Takso de la valideca indikilo

Valideco de la demandilo devas rilati al certa pli strikte starigita kvalito aŭ okazaĵo (koncernanta ekzemple semantikon de demanderoj rilate al certa normo, proksimeco aŭ diferenco de enhavo, ...). La deklarita okazaĵo aŭ kvalito determinas la efikon, kiun la demandilo devas deteki. La valideco, determinata rilate al la efiko M, devas esti determinita ankaŭ rilate al foresto de la efiko ("ne M"), nome tiel, ke ĝi tiukaze ne estas detekata. La efiko M estu reprezentata per aro da M_r de ĉiuj siaj atributoj, kiujn oni kapablas formuligi:

$$M_r = \{m_1, m_2, \ldots, m_r\}. \quad (1)$$

Oni laŭsperte scias, ke la pripensata efiko estas en multaj kazoj reprezentebla pere de la svaga aro M sur M_r:

$$\underline{M} = \{m_1 / \mu_M(m_1), m_2 / \mu_M(m_2), \ldots, m_r / \mu_M(m_r)\}. \quad (2)$$

Valoroj de mezuroj de fidindeco $\mu_M(m_i)$, $i = 1, 2, \ldots, r$, dependas de tio, kiun signifon enhavas la koncerna atributo,

$$0 \le \mu_M(m_i) \le 1,\ i = 1, 2, \ldots, r \tag{3}$$

(ju pli alta estas la valoro μ_M, despli granda estas la signifo de la atributo).

Oni nun prikonsideru, ke la demandilo konsistas el du tipoj da eroj: tiuj, kiuj kapablas deteki influon de minimume unu atributo el M_r kaj tiuj, kiuj ne detekas ajnan influon de iu el la atributoj.

Reprezenton de la atributoj el M_r en unuopaj demadaraj eroj eblas eksperte stimi. Al ĉiu ero oni aljuĝas sumon da mezuroj de fidindeco de tiuj atributoj, kiujn oni kredas detekataj per la ero dum ilia efikado. Se oni por la i-vica ero indikas la starigitan sumon s_i, oni poste povas determini nombrojn p_i laŭ (4):

$$p_i = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^{n} s_j},\ i = 1, 2, \ldots, k. \tag{4}$$

Dum kunagado aŭ neagado de la efiko M oni akiras el la eksperimento por ĉiu el la k eroj de la demandilo la eksperimentan oftecon n_i de pozitivaj reagoj. El la eksperimentaj oftecoj n_i oni poste determinas normigitajn eksperimentajn valorojn q_i laŭ (5):

$$q_i = \frac{n_i}{\sum_{j=1}^{k} n_j},\ i = 1, 2, \ldots, k. \tag{5}$$

Tiel oni akiras du fikciajn distribuojn $P = \{p_i\}_{i=1,\ldots,k}$, $Q = \{q_i\}_{i=1,\ldots,k}$. Se la efiko M havas influon al la rezulto de taskigo de la demandilo en la reprezenta populacio, tiam ambaŭ distribuoj devas esti similaj. La similecon de distribuo P, Q oni aprezas per Hellinnger-a divergenco $D_H(P, Q)$:

$$0 \le D_H(P,Q) = 2(1 - \sum_{i=1}^{k} \sqrt{p_i \cdot q_i}) \le 2. \tag{6}$$

Ĉar tiu ĉi divergenco estas limigita desupre (Půlpán 2006, p. 35 (56)), oni povas kiel stimon de valideco konsideri la nombron

$$v = \sum_{i=1}^{k} \sqrt{p_i \cdot q_i},\ 0 \le v \le 1. \tag{7}$$

Valoroj de la indikilo v, proksimaj al 1, atestas altan validecon de la demandilo.

La validecon de la demandilo oni poste devas prijuĝi ankaŭ dum la neĉeesto de la efiko M. En tiu ĉi kazo devus neniu atributo el la M_r havi influon al reagoj de la subjektoj, tial la fikcia distribuo P devus esti ekvilibra, do $p_i = \frac{1}{k}$ por $i = 1, 2, \ldots, k$. La demandilon oni taskigas al la reprezenta specimeno de respondentoj, kiujn ne influas la efiko M. Simile oni starigas el la oftecoj de reagoj al eroj novan fikcian distribuon $\underline{Q} = \{\underline{q_i}\}_{i=1,2,\ldots,k}$ kaj elkalkulas novan indikilon w laŭ (8):

$$w = \sum_{i=1}^{k} \sqrt{\frac{1}{k} \cdot q_i} \quad . \qquad (8)$$

Kiel validecon de la demandilo oni poste komprenu la indikilon

$$V = \sqrt{v \cdot w}, \quad V \in \langle 0; 1 \rangle . \qquad (9)$$

Ju pli granda estas la valoro de la indikilo V, des pli bona estas la valideco de la demandilo (rilate al cirkonstancoj de ĝia konstruo).

Ekzemplo: la sekva (mallongigita) demandilo devus pritaksi la grandecon de laceco. Tial oni formuligis sekvajn atributojn de laceco (Půlpán 2004, p. 109):

m_1 . . . . . dormemo . . . . $\mu(m_1) = 0{,}8$
m_2 . . . . . malemo pripensi . . . . $\mu(m_2) = 1$
m_3 . . . . . percepto de pezaj brakoj aŭ kruroj . . . . . $\mu(m_3) = 0{,}7$.

Demandilo:

1. Ĉu vi rifuzas komuniki? (1,6)
2. Ĉu vi sentas vin dormema? (1,2)
3. Ĉu vi perceptas obtuzon? (2,0)
4. Ĉu vi ne povas koncentriĝi? (1,8)
5. Ĉu doloras viaj okuloj? (0,2)
6. Ĉu vi havas lumbalgion? (0,2)
7. Ĉu vi perceptas dorsjukadon? (0,0)

Dormemo povas esti kaŭzo de malemo komuniki, sed ĝi ne estas la ununura kaŭzo. Mezuron de influo de dormemo al la pozitiva respondo pritaksis la eksperto per poento 0,5 . 0,8: la malemo pripensi estas grava kondiĉo de malemo komuniki, la eksperto prijuĝis poenton 1; percepto de pezaj brakoj al la malemo komuniki estas kutime tre malgranda, la eksperto juĝis tion per poento 0,2 . 1. resume, la unua ero de la demandilo ricevis poenton 0,5 . 0,8 + 1 + 0,2 . 1 = 1,6.

Simile oni agis ankaŭ en la kazo de pluaj eroj de la demandilo (la rezultoj troviĝas en krampoj ĉe ĉiu demandero).

El tiel akiritaj datenoj oni determinis valorojn p_i, $i = 1, 2, \ldots, 7$:

$p_1 = \frac{1{,}6}{7} = 0{,}23$; $p_2 = 0{,}17$, $p_3 = 0{,}29$, $p_4 = 0{,}26$, $p_5 = 0{,}03$, $p_6 = 0{,}03$, $p_7 = 0$.

La eksperimento en reprezenta populacio de evidente lacaj unuopuloj kondukis al sekvaj oftecoj de reagoj (tabelo 1):

ero i	1	2	3	4	5	6	7
ofteco	32	26	20	30	10	8	3
q_i	0,25	0,20	0,16	0,23	0,08	0,06	0,02

Tabelo 1.

Elkalkulo de v laŭ (7):
$$v=\sqrt{0{,}23\cdot 0{,}25}+\sqrt{0{,}17\cdot 0{,}20}+\sqrt{0{,}29\cdot 0{,}16}+\sqrt{0{,}26\cdot 0{,}23}+\sqrt{0{,}03\cdot 0{,}08}+\sqrt{0{,}03\cdot 0{,}06}+\sqrt{0\cdot 0{,}02}=$$
$$=0{,}98$$

Poste oni ripetis la eksperimenton en grupo de nelacaj unuopuloj kun sekva rezulto (tabelo 2):

ero i	1	2	3	4	5	6	7
ofteco	13	16	11	18	10	11	9
q_i	0,15	0,18	0,13	0,20	0,11	0,13	0,10

Tabelo 2.

Per kalkulo el la rilato (8):
$w=\sqrt{\frac{1}{7}\cdot 0{,}15}+\sqrt{\frac{1}{7}\cdot 0{,}18}+\sqrt{\frac{1}{7}\cdot 0{,}13}+\sqrt{\frac{1}{7}\cdot 0{,}20}+\sqrt{\frac{1}{7}\cdot 0{,}11}+\sqrt{\frac{1}{7}\cdot 0{,}13}+\sqrt{\frac{1}{7}\cdot 0{,}10}=0{,}99$ oni ricevis ankaŭ altan valoron de la indikilo w. Kiel stimon de valideco de la koncerna demandilo oni tamen prikonsideru la valoron
$$V=\sqrt{0{,}98\cdot 0{,}99}=0{,}98. \quad ■$$

4 Konkludo

La demandilo, kiu ne estas sufiĉe valida, ne taŭgas por mezurado. Malbona valideco de la demandilo ne povas pliboniĝi per statistikaj rimedoj (male al ekzemple reliabileco), sed nur per ĝia esenca adapto. Elekto de eroj de la demandilo devas esti tia, ke la distribuo de rezultoj dum la efikado de atributoj esence diferenciĝu de tiu, kiun oni stimas dum neĉeesto de ilia efikado. Kvankam la originala metodiko kondukas al kvantaj indikoj, oni rekomendas stimi la validecon nur sur kelkaj niveloj, ekzemple malalta, meza, alta. Tiujn nivelojn eblas modeligi por ĉiu demandilo per svagaj aroj sur la skalo de valoroj V.

Literaturo:

Komenda, S., Mazuchová, J.: *Pravděpodobnostní rozdělení entropie (nit), Tvorba a testování testu*, UPOL, Olomouc 1995

Longford, N. T.: *Models for Uncertainty in Educational Testing*, Springer- Verlag, New York, Inc., 1995

Lord, F. M.: *Application of item response Theory to Practical Testing problems*, Hillsdale, 1980

Půlpán, Z.: *K problematice zpracování empirických šetření v humanitních vědách*, Academia, Praha 2004

Půlpán, Z.: *Ztráty informace v důsledku restrikce měřící škály*, UPOL, Olomouc, 2006

Zvára, K.: *Biostatistika*, Karolinum, Praha, 2002

Ricevita 2011-01-06

Adreso de la aŭtoro: Prof. PhDr. RNDr. Zdeněk Půlpán CSc., Katedra matematiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Rokitanského 62, CZ-500 03 Hradec Králové, e-mail: zdenek.pulpan@uhk.cz

Validity of questionnaire (Summary)

Validity is the attribute of questionnaire. This article presents one from many eventualities of the validity estimation. It is based on comparison of two types of posts with help of the Hellinger divergence.

Ehrung für Professor Helmar Frank

Die Gesellschaft für Pädagogik und Information e.V. (GPI), eine wissenschaftliche Fachgesellschaft für Multimedia, Mediendidaktik und Bildungstechnologie, hat ihrem Mitbegründer em. Uni.-Prof. Dr. Helmar Frank die Würde eines Ehrenpräsidenten verliehen. Damit würdigt sie „sein herausragendes erfolgreiches Engagement für den Verein und dessen gemeinnützige Aufgaben für Wissenschaft und Bildung über lange Zeit". Die GPI ehrt damit eine Persönlichkeit, die sich für die Entwicklung und den Einsatz von Medien in Lehre und pädagogischer Forschung große Verdienste erworben hat.

Dr. Günter Lobin

Gesellschaft für Interlinguistik e.V. (GIL)

ist 20 Jahre alt. Die 20. Tagung mit dem Schwerpunktthema „Spracherfindung und ihre Ziele" fand 26.-28.11.2010 in Berlin statt. Besonders breiter Raum wurde zur Behandlung von Fragen der GIL und ihrer Zukunft eingeräumt. In der nächsten Nummer dieser Zeitschrift (grkg 2/2011) erscheint ein Beitrag zur Geschichte der GIL: *Die Gesellschaft für Interlinguistik e.V. (GIL). Grundanliegen und Praxis*, von Dr. Detlev Blanke.

Die 21. Jahrestagung der GIL findet vom 18.-20. November 2011 im Karl-Renner-Haus der Naturfreunde Deutschlands LV Berlin e.V., 12205 Berlin, Ringstr. 76/77 statt. Die Teilnahme an der Veranstaltung steht wie immer auch interessierten Nichtmitgliedern offen. Für den wissenschaftlichen Teil der 21. Jahrestagung hat nach entsprechenden Diskussionen auf der 20. Jahresversammlung der GIL der Vorstand folgendes Schwerpunktthema gewählt: *Fachkommunikation – interlinguistische Aspekte*. In Ausnahmefällen können auch Vorträge zu anderen interlinguistischen Themen angeboten werden. Ab sofort können Vorschläge für das Fachprogramm an den Vorstand eingereicht werden:

Dr. Detlev Blanke (1. Vorsitzender)
Tel. +49-30-5412633, Fax: +49-30-54981638
e-mail: detlev@blanke-info.de
/gil@blanke-info.de
Homepage der GIL: *www.interlinguistik-gil.de*

The Language Creation Society (LCS)

is currently accepting proposals for talks, workshops and posters for the 4th Language Creation Conference (LCC4), which will be held May 14-15 2011, in Groningen, the Netherlands, under the local direction of Christophe Grandsire-Koevoets, at the Infrahuis Noord. More information will be forthcoming on the LCC website. If you want to be informed of this and other LCS news, please join our mailing list:
http://lists.conlang.org/listinfo.cgi/news-conlang.org

The Language Creation Society is a non-profit corporation with 13 international board members. Its goal is to promote conlangs and conlanging through offering platforms for conlangers to publish high-quality work of interest to the community, raising awareness about conlanging amongst the general public, organizing work for professional conlangers and providing a central place for reliable contacts and information to those seeking to learn more.

About the LCC: The Language Creation Conference is the first and only international conference discussing issues related to the craft of language creation, or *conlanging*. It includes both fairly technical linguistic discussions as well as more artistic, sociological, or philosophical ones; examples of craft in action; voices from many parts of the conlanging community; and people from all over the world. The conference is open to the public. Preregistration requested. All presentations are generally in English.

Presentation types: "Full talks" are up to 45 minutes long (including Q&A), and strongly encouraged to address some issue relevant to the craft of language creation itself, or of broad interest to conlangers. "Short talks" are up to 15 minutes long (including Q&A), and are typically discuss interesting work in a particular conlang, without necessarily making a larger point. "Posters" include essentially any unattended displayable object that pertains to our topic and will fit within the conference space.
Please contact us at: conference@conlang.org
News mailing list: News@lists.conlang.org

http://conference.conlang.org

Diploma in Interlinguistics in 3 years

can be obtained in Institute of Linguistics, Adam Mickiewicz University Poznan, Poland. The three-year course of studies includes classes from general and applied linguistics (morphology, syntax, semantics, pragmatics) and international languages both ethnic languages which have filled such a role from Aramaic, through Latin to English and planned languages, from the philosophical languages of the Middle Ages through Esperanto to the latest proposals. The teaching language is Esperanto. The focus of the studies is Esperanto as the only planned language to have spread across the world. Another important component of the studies is intercultural communication.

There is one session per semester (in September and February). During the intensive weeklong session in Poznan there are four 10-hour courses and examinations. During the semester students working on assignments given out during the session can consult lecturers by email and the programmes internet platform. You may apply for scholarships to the Esperantic Studies Foundation, http://esperantic.org/en/. Deadline for application is August, 15. 2011, at Institute of Linguistics, Faculty of Modern Languages, Adam Mickiewicz University, Aleja Niepodleglosci 4, 61-874 Poznan, Poland
Phone: +48 61 829 36 75
Fax: +48 61 829 36 62
E-mail: Dr Ilona Koutny, ikoutny@amu.edu.pl

http://www.studyinpoland.pl/download/guide_study_in_poland.pdf

Estona Interlingvistika Asocio

larĝe antaŭenigas interlingvistikan esploradon. Ekde la nova lernojaro estos en Estonio devo por gimnazianoj verki esplorajon. La asocio klopodas interesigi studentojn pri preno de Esperantaj kaj interlingvistikaj temoj por esplorado en gimnazioj, ankaŭ en universitatoj. Bona modelo estis la novembre 2010 okazinta konferenco de Gesellschaft für Interlinguistik e.V. en Berlino, inter kies prelegintoj estis multaj studentoj/magistriĝantoj.

En lastaj jaroj okazis en la Tartua Universitato du gravaj konferencoj pri interlingvistiko kaj eŭrolingvistiko kun kontribuaĵoj de sciencistoj el multaj landoj. Ĉar la konferencaj kontribuaĵoj publikiĝas libroforme en la konata universitata serio *Interlinguistica Tartuensis*, kies aktuala numero haveblas jam dum la konfereco mem, la partoprenantoj ne nepre devis aperi persone. Tio ebligis, ekzemple, kontribuon de interlingvistoj el Ĉinio kaj okcidenta Eŭropo.

En oktobro 2011 okazos en Tartu *lingvistika konferenco* kun du sekcioj, slavistiko kaj interlingvistiko. La konferenco estas omaĝota al la 70-jariĝo de Aleksandr Duliĉenko, aŭtoro de la baza interlingvistika bibliografia verko «Internaciaj helplingvoj» (1990). Li estas emerita profesoro de Tartua Universitato kaj honora doktoro de Triera Universitato (Germanio), prelegadas daŭre en eŭropaj universitatoj kaj verkas fundamentajn librojn pri slavistiko.

Bv. informiĝi kaj plu informi pri la oktobra konferenco, kie akceptiĝas esplorkontribuaĵoj pri ajna interlingvistika temo. Ili aperos en Interlinguistica Tartuensis X, 2011.

Kiel dum la antaŭaj konferencoj, la alveno de raportontoj al Tartu estas libervola, pli gravas la verkoj mem. Por la detaloj bv. kontakti:

Madis Linnamägi
Estona Interlingvistika Asocio
Pepleri 27, EE-51010 Tartu
GSM +372 509 8647
madis@forselius.ee

Intervjuo okaze de dekjariĝo de Vikipedio

aperis en la ĉeĥa revuo *Wikimagazín* 2011/1, pj. 4-5. La intervjuito estas esperantisto *Miroslav Malovec*, redaktoro de la revuo „Starto“ kaj konata tradukisto. En 2002 li kun helpo de Chuck Smith kaj Brion Vibber fondis la ĉeĥan version de Vikipedio, kiu, laŭ lia espero, iĝis grava kaj rapida fonto de informoj, precipe de tiuj, kiuj ne estas atingeblaj en paperaj enciklopedioj. En la ĉeĥa Vikipedio nun estas 186 111 artikoloj, en la Esperanta 141 025.

La intervjuo pri historio, evoluo kaj celoj de Vikipedio legeblas sub:

http://www.wikimedia.cz/docs/wikimedium/leden2011preview.pdf

Richtlinien für die Kompuskriptabfassung

Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 2001 auch Artikel in allen vier anderen Arbeitssprachen der Internationalen Akademie der Wissenschaften (AIS) San Marino, also in Internacia Lingvo (ILo), Englisch, Französisch und Italienisch. Bevorzugt werden zweisprachige Beiträge – in ILo und einer der genannten Nationalsprachen - von maximal 14 Druckseiten (ca. 42.000 Anschlägen) Länge. Einsprachige Artikel erscheinen in Deutsch, ILo oder Englisch bis zu einem Umfang von 10 Druckseiten (ca. 30.000 Anschlägen) in 14-pt Schrift. In Ausnahmefällen können bei Bezahlung einer Mehrseitengebühr auch längere (einsprachige oder zweisprachige) Texte veröffentlicht werden.

Das verwendete Schrifttum ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluss des Beitrags zusammenzustellen – verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b", usf. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und Erscheinungsjahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenartikel werden - nach dem Titel - vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. – Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem, Zusatz „a" etc.) zitiert werden. – **Bevorzugt werden Beiträge, die auf früher in dieser Zeitschrift erschienene Beiträge anderer Autoren Bezug nehmen.**

Graphiken (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) und auch Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu nummerieren und nur so im Text zu erwähnen. Formeln sind zu nummerieren.

Den Schluss des Beitrags bilden die Anschrift des Verfassers und ein Knapptext (500 – 1.500 Anschläge einschließlich Titelübersetzung). Dieser ist in mindestens einer der Sprachen Deutsch, Englisch und ILo, die nicht für den Haupttext verwendet wurde, abzufassen.

Die Beiträge werden in unmittelbar rezensierbarer Form erbeten. Artikel, die erst nach erheblicher formaler, sprachlicher oder inhaltlicher Überarbeitung veröffentlichungsreif wären, werden in der Regel ohne Auflistung aller Mängel zurückgewiesen.

Direktivoj por la pretigo de kompuskriptoj

Krom germanlingvaj tekstoj aperas ekde 2001 ankaŭ artikoloj en ĉiuj kvar aliaj laborlingvoj de la Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino, do en Internacia Lingvo (ILo), la Angla, la Franca kaj la Itala. Estas preferataj dulingvaj kontribuaĵoj – en ILo kaj en unu el la menciitaj naciaj lingvoj – maksimume 14 prespaĝojn (ĉ. 42.000 tajpsignojn) longaj. Unulingvaj artikoloj aperadas en la Germana, en ILo aŭ en la Angla en amplekso ĝis 10 prespaĝoj (ĉ. 30.000 tajpsignoj) en 14-pt skribgrandeco. En esceptaj kazoj eblas publikigi ankaŭ pli longajn tekstojn (unulingvajn aŭ dulingvajn) post pago de ekscespaĝa kotizo.

La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo; en kazo de samjareco aldonu „a", „b", ktp. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De monografioj estu – poste – indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo), la loko kaj la jaro de la apero kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. - En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). - **Preferataj estas kontribuaĵoj, kiuj referencas al kontribuaĵoj de aliaj aŭtoroj aperintaj pli frue en ĉi tiu revuo.**

Grafikaĵojn (kiuj estas havigendaj laŭeble kiel presoriginaloj) kaj ankaŭ tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii en la teksto nur tiel. Formuloj estas numerendaj.

La finon de la kontribuaĵo konstituas la adreso de la aŭtoro kaj resumo (500 – 1.500 tajpsignoj inkluzive tradukon de la titolo). Ĉi tiu estas vortigenda en minimume unu el la lingvoj Germana, Angla kaj ILo, kiu ne estas uzata por la ĉefteksto.

La kontribuaĵoj estas petataj en senpere recenzebla formo. Se artikolo estus publicinda maljam post ampleksa prilaborado formala, lingva aŭ enhava, ĝi estos normale rifuzata sen surlistigo de ĉiuj mankoj.

Regulations concerning the preparation of compuscripts

In addition to texts in German appear from 2001 onwards also articles in each four other working languages of the International Academy of Sciences (AIS) San Marino, namely in Internacia Lingvo (ILo), English, French and Italian. Articles in two languages – in ILo and one of the mentioned national languages – with a length of not more than 14 printed pages (about 42.000 type-strokes) will be preferred. Monolingual articles appear in German, ILo or English with not more than 10 printed pages (about 30.000 type-strokes) in 14-pt types. Exceptionally also longer texts (in one or two languages) will be published, if a page charge has been paid.

Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors (abbreviated if necessary) should be indicated. Monographs should be named along with place and year of publication and publisher, if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. – Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). – **Preferred will be texts, which refer to articles of other authors earlier published in this journal.**

Graphics (fit for printing) and also tables should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. and should be referred to as such in the text. Mathematical formulae should be numbered.

The end of the text should form the author's address and a resumee (500 – 1.500 type-strokes including translation of the title) in at least one of the languages German, ILo and English, which is not used for the main text.

The articles are requested in a form which can immediately be submitted for review. If an article would be ready for publication only after much revising work of form, language or content, it will be in normal case refused without listing of all deficiencies.